



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA



Escola Superior de Educação

**Mestrado em Atividade Física e Saúde
Escolar**

Dissertação de Mestrado

**Treino Intervalado de Alta Intensidade: monitorização e efeito entre
géneros**

André Filipe Paulino da Silva Bento

Beja

2016

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BEJA

Escola Superior de Educação

**Mestrado em Atividade Física e Saúde
Escolar**

Dissertação de Mestrado

**Treino Intervalado de Alta Intensidade: monitorização e efeito entre
géneros**

**Dissertação de Mestrado, apresentada na
Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Beja**

Elaborado por:

André Filipe Paulino da Silva Bento

Orientado por:

Professora Doutora Vânia Loureiro

Beja

2016

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Beja para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Atividade Física e Saúde Escolar (despacho nº 7365/2013 publicado no DR nº109 de 6 de junho), realizada sob a orientação científica da Doutora Vânia Azevedo Ferreira Brandão de Loureiro, Professora Adjunta do Departamento de Artes, Humanidades e Desporto da Escola Superior de Educação de Beja.

Agradecimentos

Obrigado

A Deus Todo O Poderoso, que todo este empreendimento seja para Sua maior honra e glória.

À minha comunidade neocatecumenal pela caridade, correcção e discernimento.

À minha mulher e nossos 5 filhos, pela perseverança.

À Professora Doutora Vânia Loureiro pela orientação inexcedível.

Aos meus pais pelo dom da vida.

Aos atletas FITSalvador que se voluntariam para este estudo.

LAFSB-IPB, Bruna Rodrigues, Fábio Pedro, João Moreira, Hernâni Santos, Maria Galindro, Helena Constantino, Francisco Seita (BLive), Rui Amaro, Ricardo Saúde, João Barbosa (Fit4you), Rui Cerqueiro (Fit4you), Luís Maurício (Fit4you), Vitor Rolim (Fit4you), Luís Faustino (Fit4you), e Vitor Rosa, pela disponibilização dos cardiofrequencímetros *Polar H7*.

Ao Professor João Caçoila pela imprescindível colaboração no LAFSB.

Ao CPSS, direcção e colaboradores, pela paciência.

Science Dealers André, Gonçalo, João e Rafael: em chamadas!

Aos Crowd Trainers Mauro Montemor, Justino Pereira e Rúben Ramos. Masters ex aequo.

Índice

Agradecimentos	i
Índice.....	ii
Índice de Figuras.....	iv
Lista das Abreviaturas.....	v
Resumo	1
Abstract	3
Capítulo 1 – Introdução	5
1.1. Notas introdutórias	5
1.2. Organização da tese	7
1.3. O problema.....	7
Capítulo 2 – Objetivo	8
Capítulo 3 – Metodologia.....	10
3.1. Avaliação pré e pós intervenção	10
3.2. Metodologia utilizada.....	11
Capítulo 4 – Artigo 1: TREINO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE: DESENHO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO PARA ADULTOS SAUDÁVEIS	14
Capítulo 5 – Artigo 2: EFEITO DO TREINO HIIT EM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, HEMODINÂMICAS E VO ₂ MAX, COM ADULTOS FISICAMENTE ATIVOS	27
Capítulo 6 – Discussão Geral.....	50
6.1. Limitações globais do estudo.....	50
6.2. Conclusões	51
6.3. Recomendações para estudos futuros	52
Bibliografia.....	53
ANEXO I – Formulário de submissão de voluntários e estratificação de risco	61
ANEXO II – Consentimento Informado.....	64
ANEXO III – Ficha de Avaliação.....	65

ANEXO IV – Registos do treino.....	66
ANEXO V – Outputs do treino	67

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema geral da investigação	9
Figura 2. Fase Inicial do programa HIIT, com recurso a exercícios com o peso do corpo	12
Figura 3. Fase fundamental do programa HIIT, com recurso a exercícios com o peso do corpo	13
Figura 4. Variabilidade da FC durante uma sessão de treino HIIT	13

Lista das Abreviaturas

~ – Aproximadamente

> – Maior

≥ – Maior ou igual

+ – Mais

± – Mais ou menos

< – Menor

‘ – Minutos

” – Segundos

% – Percentagem

ACSM – *American College of Sports Medicine*

AHA – *American Heart Association*

Bpm – batimentos por minuto

FC – Frequência cardíaca

FC_{máx} – Frequência cardíaca máxima teórica

FC_{méd} – Frequência média

FCVO_{2máx} – Frequência Cardíaca de VO_{2máx}

FEM – Feminino

HIIT – Treino Intervalado de Alta Intensidade

IMC – Índice de Massa Corporal

Kg – quilograma

Km/h – Quilómetros por hora

MASC – Masculino

Min - minutos

ml – mililitros

mmHg – Milímetro de mercúrio

n – Número

ON – Intervalo de alta intensidade

OFF – Intervalo de baixa intensidade

p – Significância estatística

PAD – Pressão Arterial Diastólica

PAR-Q – *Physical Activity Readiness Questionnaire*

PAS – Pressão Arterial Sistólica

PUBMED – Motor de busca da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos

RER – Quociente respiratório

Seg – Segundos

UT – Unidade de treino

VO₂ – Volume de oxigénio

VO_{2máx} – Volume de oxigénio máximo

W - Watts

Resumo

Introdução: A literatura reporta várias evidências sobre a eficiência do HIIT. Identificar as respostas específicas entre géneros é importante, procurando proporcionar uma sobrecarga adequada para maximizar os resultados e minimizar a predisposição para a lesão. Com base numa extensa consulta da literatura mais recente (últimos 5 anos), definiu-se como objetivo geral desta investigação verificar o impacto do treino HIIT em indivíduos saudáveis e fisicamente activos.

Objectivos: Delinear um programa de treino HIIT sem recurso a ergómetros, com base numa revisão de literatura, que responda ao desafio de monitorizar a intensidade do protocolo e avaliar o seu impacto. Medir o efeito desse protocolo em sujeitos praticantes deste tipo de treino em contexto recreacional, prescrito em função de um teste de esforço progressivo maximal.

Materiais e métodos: Algoritmo PUBMED [(hiit) OR ((((((High-Intensity Interval) AND Title/Abstract OR High Intensity Interval) AND Title/Abstract OR High-Intensity Intermittent) AND Title/Abstract OR high intensity intermittent[Title/Abstract])))], que resultou no seguinte protocolo: quatro séries de sete exercícios calisténicos holísticos (4x7x30" intervalados com 15" de pausa), separadas por 45" de pausa. Onze mulheres (35.4±8.3 anos) e nove homens praticantes de HIIT (36.6±8.0 anos) completaram 4 semanas de exercício 3 vezes por semana.

Resultados: Verificou-se uma grande heterogeneidade na literatura relativamente aos protocolos HIIT implementados. Estudos sugerem um rácio óptimo *work-to-rest* de 2:1, sendo a maioria com recurso a ergómetros. Quanto ao efeito do protocolo, apenas as mulheres cumpriram o protocolo ($p = .017$). Indivíduos com maior tempo de permanência acima de 90% FCVO_{2máx} apresentam maior subida no aptidão cardiorrespiratória ($r = .478$, $p < .05$). Apenas as mulheres melhoraram a sua aptidão aeróbia (VO_{2máx} relativo $p = .002$; VO_{2máx} absoluto $z = -2.491$; $p = .005$). Apenas os homens tiveram uma descida estatisticamente significativa ($p = .046$).

Conclusão: Com a ausência de cargas externas, e optando por um protocolo holístico e poliarticular, tornou-se um desafio quantificar a intensidade do trabalho para cada indivíduo. Assim, optou-se pela estratégia do *all-out bouts* que implicava realizar o maior número de repetições dos exercícios propostos e monitorizar a resposta cardíaca (% FCVO_{2máx}). O efeito do HIIT foi diferente entre géneros. Os resultados significativos traduzem alguma polaridade quanto às principais variáveis, e apresentam ainda diferenças na intensidade volitiva.

Palavras-chave: Treino Intervalado de Alta Intensidade, Peso do Corpo, VO2MAX, Antropometria, FC repouso

Abstract

Introduction: Specialized literature provides compelling evidence attesting the efficiency of HIIT. However, it is important to identify gender-specific differences to provide suitable intensity levels, in order to maximize results and minimize the likelihood of injuries. Starting by taking an extensive review of the most up to date literature (published in the last 5 years), this research defined as its primary goal the assessment of HIIT's effect in healthy and physically active individuals.

Goals: To delineate a literature-based HIIT training plan with no recourse to ergometers, and that is up to the challenge of monitoring the intensity of the protocol and assess its impact. The effect of the aforementioned protocol was measured in practitioners of this type of training in a recreational context, prescribed according to a progressive maximal effort test.

Materials and Methods: A search algorithm was performed in PUBMED [(hint) OR ((((((High-Intensity Interval) AND Title/Abstract OR High Intensity Interval) AND Title/Abstract OR High-Intensity Intermittent) AND Title/Abstract OR high intensity intermittent[Title/Abstract])))], resulting in the following protocol: four series of seven holistic calisthenic exercises (4 x 7 x 30" with 15" pause among them), with 45" pause. Eleven women (35.4 ± 8.3 years) and nine men (36.6 ± 8.0 years), all HIIT practitioners, underwent a 3 times a week exercise plan, for 4 weeks.

Results: If compared with existing literature, the results of the HIIT protocols implemented in this research reveal a fundamental heterogeneity. Previous studies, the majority of which with recourse to ergometers, suggest an optimal work-to-rest ratio of 2:1. Concerning the effect of the protocol, only women followed it ($p = .017$). Subjects that sustained heart rates above 90% of $HRVO_{2max}$ for longer periods of time showed the largest increase in cardiorespiratory aptitude ($r = .478$, $p < .05$). Only women improved their aerobic aptitude capacity ($p = .002$ for relative VO_{2max} ; $z = -2.491$ and $p = .005$ for absolute VO_{2max}). Only men displayed a statistically significant drop ($p = .046$).

Conclusion: Given the absence of external loads, and having opted for a holistic and polyarticular protocol, quantifying the intensity of the work ascribed to each individual

became a challenge. It was thus decided to adopt an all-out bouts approach, which entailed the greatest possible number of repetitions of each proposed exercised while monitoring the cardiac response (% HRVO_{2max}). HIIT's effect was different between genders. The significant results obtained show a certain polarity between genders concerning the main variables at stake and also present differences in volitional intensity.

Key-words: High-Intensity Interval Training, Calisthenics, VO2MAX, Anthropometry, Rest Heart Rate

Capítulo 1 – Introdução

1.1. Notas introdutórias

Este trabalho insere-se na disciplina de Dissertação do Mestrado em Atividade Física e Saúde Escolar da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Beja, para obtenção do grau de Mestre.

A popularidade o Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) tem crescido imenso ao longo da última década não apenas ao nível da literatura e investigação, mas como tendência de mercado e oportunidade de negócio. O *American College of Sports Medicine* (ACSM) aventou em 2013 que a tendência de mercado para o ano seguinte seria o HIIT, com a particularidade de ser uma entrada direta no TOP 20 (Thompson, 2013). Desde então o HIIT tem-se evidenciado no mercado: 2º em 2015, e 3º em 2016 e 2017 (Thompson, 2014, 2015, 2016).

O HIIT é caracterizado por períodos relativamente curtos de exercício muito intenso, intercalados com períodos de pausa ou exercício de baixa intensidade (Fisher et al., 2011; Gibala & Jones, 2013; Keating et al., 2014; Sijie, Hainai, Fengying, & Jianxiong, 2012; Sim, Wallman, Fairchild, & Guelfi, 2014). A ideia por detrás do HIIT é permitir sobrecarregar os sistemas fisiológicos com exercícios de intensidade superior do que aquelas alcançadas durante um teste maximal gradual (Stuckey et al., 2012).

Nas últimas três décadas, vários estudos têm demonstrado os efeitos do treino HIIT comparativamente ao padronizado treino contínuo de intensidade moderada, em pacientes com patologias cardiovasculares e metabólicas (Aamot, Karlsen, Dalen, & Stoylen, 2016; Gayda, Ribeiro, Juneau, & Nigam, 2016; Keteyian et al., 2014; Weston, Wisloff, & Coombes, 2014). Na última década o HIIT tem recebido grande interesse científico e é considerado um método de treino eficaz para adaptações metabólicas e melhorias na performance desportiva (Engel et al., 2014; Gojanovic, Shultz, Feihl, & Matheson, 2015; Little & Francois, 2014; Little, Jung, Wright, Wright, & Manders, 2014; Naimo et al., 2015; Peake et al., 2014).

O HIIT é uma alternativa eficiente em relação ao tempo investido comparativamente ao treino aeróbico, afirmando-se como um potente estímulo na melhoria da

performance cardiorrespiratória, na capacidade oxidativa dos músculos e na sensibilidade à insulina (Bonsu & Terblanche, 2016; Engel et al., 2014; Fisher et al., 2011; Little et al., 2014; Weston et al., 2014). Não apenas relativamente ao tempo investido, mas também tem demonstrado ser mais eficiente na melhoria da performance cardiorrespiratória, sugerindo-se até que conferirá maiores benefícios cardioprotetores (Gayda et al., 2016; Sijie et al., 2012). Mesmo em marcadores cardiometabólicos e patologias como obesidade e síndrome metabólico, o HIIT tem demonstrado melhorias mais significativas que o treino aeróbio, ressaltando a segurança e a tolerância ao estímulo por parte dos pacientes (Keating et al., 2014; Sijie et al., 2012; Sim et al., 2014). E ainda, uma manifesta preferência por parte dos voluntários relativamente à eficiência temporal e de prazer (Aamot et al., 2016; Gayda et al., 2016; Thogersen-Ntoumani, Shepherd, Ntoumanis, Wagenmakers, & Shaw, 2016; Wood et al., 2016).

O espectro da população-alvo deste tipo de investigação tem crescido em vários contextos. Principalmente ao nível de populações clínicas como: excesso de peso ou obesos (Keating et al., 2014; Sijie et al., 2012; Sim et al., 2014), cardiopatias (Gayda et al., 2016; Keteyian et al., 2014; Weston et al., 2014), diabetes (Cassidy et al., 2016; Fex, Leduc-Gaudet, Filion, Karelis, & Aubertin-Leheudre, 2015; Jolleyman et al., 2015; Jung, Bourne, Beauchamp, Robinson, & Little, 2015), entre outras. Para além das populações clínicas, também as saudáveis e/ou sedentárias (Elmer, Laird, Barberio, & Pascoe, 2016; Fisher et al., 2011; Gillen et al., 2016; Miramonti et al., 2016; Thogersen-Ntoumani et al., 2016; Wood et al., 2016), e até atletas, têm merecido atenção dos investigadores (Btonis, Toubekis, & Platanou, 2016; Iacono, Eliakim, & Meckel, 2015; Iai et al., 2015; Sheykhlovand, Khalili, Agha-Alinejad, & Gharaat, 2016; Wiewelhove et al., 2015).

Apesar do amplo interesse e abrangência que o HIIT representa, é na implementação da metodologia que os investigadores apresentam a maior heterogeneidade. Ainda que todos coincidam em intercalar grande amplitude de intensidades, a densidade do treino não é consensual. Em grande parte dos estudos de maior relevância dos últimos 5 anos de acordo com a base de dados PubMed, encontramos diferentes rácios ON/OFF, que variam desde a maior preponderância ON até pausas demasiado longas (OFF). Nestes, a implementação do treino é feita maioritariamente em ergómetros ou em pistas de corrida. São, de facto, escassos os estudos que utilizam exercícios

holísticos com padrões de movimento funcionais na implementação do HIIT, como agachar, empurrar, puxar, saltar, etc (Buckley et al., 2015; Di Blasio et al., 2016; McRae et al., 2012; Paoli et al., 2012).

1.2. Organização da tese

O presente documento foi organizado de modo a apresentar os dois artigos submetidos em capítulos separados.

A tese é constituída por este primeiro capítulo, onde são tratados, de forma sumária, o tema de investigação, a organização geral do documento e o problema investigado. No capítulo dois expomos o objetivo geral de investigação, os objetivos específicos que originaram os artigos que compõe o trabalho e o esquema geral de investigação.

O capítulo três descreve os pontos metodológicos comuns aos artigos que integram os capítulos seguintes. Os dois capítulos seguintes incluem dois artigos a submeter a publicações. No último capítulo é apresentada a discussão em função do objetivo geral, incluindo propostas de futuras investigações, as limitações e as conclusões do estudo.

1.3. O problema

Qual o efeito do treino HIIT em indivíduos saudáveis e fisicamente activos?

É expectável que um protocolo de treino HIIT, em ambos os géneros, seja cumprido à intensidade prevista, e se traduza num aumento do VO_{2max} e/ou na redução do peso, percentagem de massa gorda, FC repouso, PA sistólica e diastólica?

Capítulo 2 – Objetivo

Com base numa extensa consulta da literatura mais recente (últimos 5 anos), definiu-se como objetivo geral desta investigação:

Verificar o efeito do treino HIIT em indivíduos saudáveis e fisicamente activos.

Objetivo específico 1: delinear um programa de treino HIIT sem recurso a ergómetros, com base numa revisão de literatura, que responda ao desafio de monitorizar a intensidade do protocolo e avaliar o seu efeito.

Objetivo específico 2: medir o efeito do treino HIIT ao nível da massa corporal, do volume de oxigénio máximo (VO_{2max}) e da intensidade volitiva em sujeitos praticantes deste tipo de treino em contexto recreacional, prescrito em função de um teste de esforço progressivo maximal, e utilizando movimentos suportando apenas o peso do corpo.

Em função dos objetivos propostos definiu-se a metodologia de investigação apresentada na figura 1.

Para o objectivo 1, foi realizada uma revisão de literatura relativamente aos protocolos HIIT implementados.

Para o objectivo 2, foi realizada uma análise descritiva, expressa em média \pm desvio padrão, e uma análise inferencial.

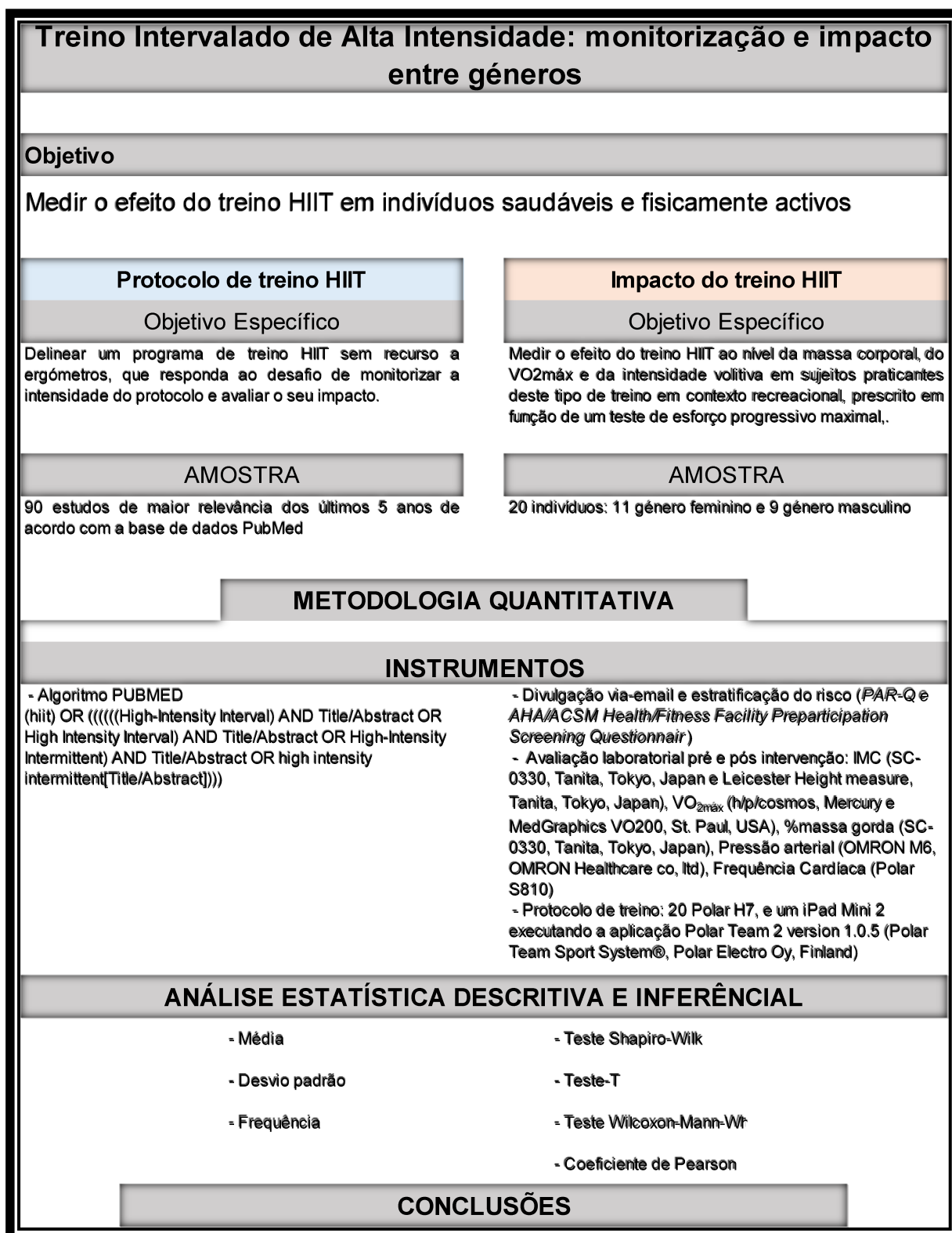


Figura 1. Esquema geral da investigação

Capítulo 3 – Metodologia

Nesta secção será descrita a metodologia utilizada, será apresentada de forma pormenorizada a avaliação pré e pós intervenção, bem como os processos inerentes aos testes e protocolos utilizados, e apresentado o programa de treino implementado.

3.1. Avaliação pré e pós intervenção

Nas duas primeiras e nas duas últimas semanas, foram realizadas as avaliações pré e pós intervenção no Laboratório de Apoio à Atividade Física e Saúde do Instituto Politécnico de Beja.

Os critérios de inclusão para a participação no estudo foram: estratificação de risco baixa – *PAR-Q* e *AHA/ACSM Health/Fitness Facility Preparticipation Screening Questionnaire*, Anexo I (Pescatello et al., 2014) – e assiduidade mínima de 85% das sessões de treino (>9 treinos).

Todos os testes foram realizados pelo mesmo avaliador em ambiente de laboratório, e agendados de acordo com a disponibilidade da infraestrutura e condições basais necessárias (ex. menstruação).

Altura, Massa Corporal e Percentual de Gordura

Os participantes foram medidos usando um estadiómetro de parede (Leicester Height measure, Tanita, Tokyo, Japan), e a massa corporal e percentagem de gordura corporal foram avaliadas através de uma balança de bioimpedância calibrada (SC-0330, Tanita, Tokyo, Japan).

Pressão Arterial

Os participantes foram instruídos a estarem sentados numa cadeira com encosto, pés no chão e braços apoiados ao nível do coração, durante cinco minutos. A pressão arterial foi medida através de um esfigmomanómetro digital (OMRON M6, OMRON Healthcare co, ltd)

Aptidão Cardiorrespiratória

Para determinar o $VO_{2\text{máx}}$ e Frequência Cardíaca (FC) correspondente ao $VO_{2\text{máx}}$ ($FCVO_{2\text{máx}}$), os participantes realizaram um teste de intensidade progressiva numa passadeira elétrica (h/p/cosmos, Mercury) até à exaustão.

Antes do teste maximal, todos os participantes realizaram uma adaptação à passadeira através de caminhada ou corrida a diferentes velocidades, até que o participante e o investigador considerassem que avaliado estava confortável e em segurança. O Teste de Bruce (Bruce, Pearson, Lovejoy, Yu, & Brothers, 1949) é um protocolo contínuo e gradual, onde a velocidade e inclinação da passadeira aumentam a cada estágio de três minutos. Durante o primeiro estágio os participantes caminham a uma velocidade de 2.74km/h e inclinação de 10%, e no segundo estágio a velocidade aumenta para 4.04km/h e 12% de inclinação. O aumento da velocidade e inclinação repetiu-se a cada três minutos até os participantes atingirem a exaustão volitiva. Depois da calibração, os gases expirados foram recolhidos e medidos continuamente durante o teste através de calorimetria indireta (MedGraphics VO200, St. Paul, USA). A frequência cardíaca foi medida continuamente através de Bluetooth (Polar Team Sport System®, Polar Electro Oy, Finland). Durante o teste, os participantes foram encorajados verbalmente para continuarem até exaustão volitiva. Quando já não fosse possível continuar o teste, foram instruídos para colocar as mãos nas barras laterais da passadeira, dando-se por terminado o teste. Para que o teste pudesse ser incluído na análise estatística, cada participante teria que cumprir os dois critérios seguintes: atingir 85% da $FC_{\text{máx}}$ teórica e $RER > 1.09$ (Guazzi et al., 2012).

3.2. Metodologia utilizada

O trabalho de campo foi realizado nas instalações da Associação FITSalvador em Beja

Protocolo de treino

Todos os indivíduos estavam familiarizados e acostumados a protocolos de treino HIIT. Os indivíduos treinaram três vezes por semana, em dias não consecutivos, durante quatro semanas usando um modelo de treinos semelhante ao calisténico ou treino em circuito, perfazendo um total de ~31 minutos (Figura 4). Na fase de

aquecimento (5'15'') realizaram três séries de dois exercícios consecutivos (*Jumping Jack* e *Mountain Climber*) de 30 segundos com pausas de 15 segundos entre exercícios e séries (Figura 2).



Figura 2. Fase Inicial do programa HIIT, com recurso a exercícios com o peso do corpo

O treino deu início 45 segundos após a última pausa do aquecimento. Os indivíduos completaram quatro séries de sete exercícios calisténicos holísticos (4 x 7 x 30'' intervalados com 15'' de pausa), separadas por 45 segundos de pausa. Os exercícios utilizados (*squat jump*, *push-up*, *jumping lunge*, *spiderman plank*, *burpee*, *superman plank*, *skipping*) foram escolhidos pela não necessidade de utilização de material adicional, e por solicitarem a maioria dos grandes grupos musculares (Figura 3). A sequência pretendeu a alternância dos principais grupos musculares solicitados, minimizando a fadiga muscular localizada. Os indivíduos foram encorajados a executarem o maior número de repetições por intervalo, bem como a respeitarem os tempos *ON/OFF*, de modo a que cada intervalo *ON* correspondesse a um valor igual ou superior a 90% da $FCVO_{2máx}$ (Bonsu & Terblanche, 2016; Hanssen et al., 2015; Helgerud et al., 2007). A variabilidade da frequência cardíaca foi monitorizada durante toda a sessão (aquecimento, protocolo e 2' de alongamento), cujo sinal foi transmitido e visualizado em tempo real através de tecnologia *Bluetooth*, utilizando bandas de peito modelo *Polar H7*, e um *iPad Mini 2* executando a aplicação *Polar Team 2* version 1.0.5 (Polar Team Sport System®, Polar Electro Oy, Finland).

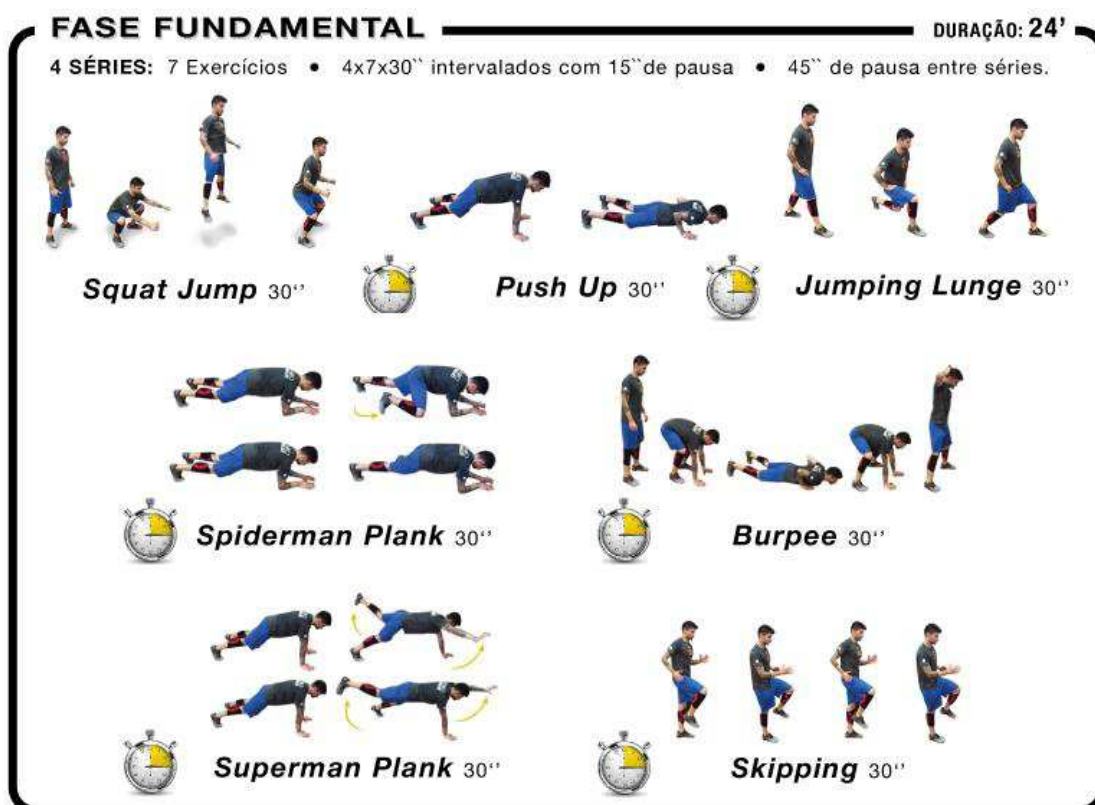


Figura 3. Fase fundamental do programa HIIT, com recurso a exercícios com o peso do corpo

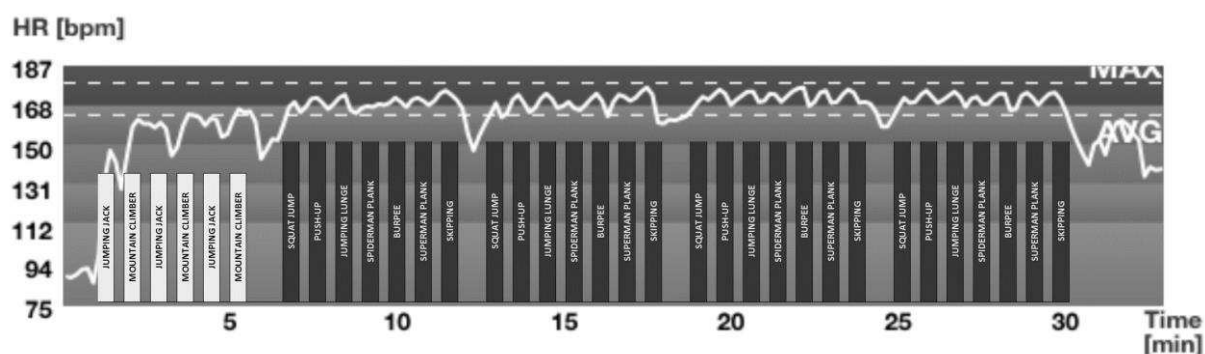


Figura 4. Variabilidade da FC durante uma sessão de treino HIIT

Capítulo 4 – Artigo 1: TREINO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE: DESENHO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO PARA ADULTOS SAUDÁVEIS

Bento, A.; Loureiro, V. (year). Title. *Journal of Sport and Health Research*. Vol(n):page-page.

Tipe (Original)

TREINO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE: DESENHO DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIO PARA ADULTOS SAUDÁVEIS

HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING: DESIGN OF AN EXERCISE PROGRAM FOR HEALTHY ADULTS

Bento, A.¹; Loureiro, V.^{1,2}

¹*Instituto Politécnico de Beja (Portugal);*

²Grupo de Investigação "Motricidad y Educación (HUM 954)", Universidade de Huelva
(Espanha)

RESUMO

Objetivos: Estruturar um programa de 12 semanas de treino HIIT, prescrito em função de um teste de esforço progressivo maximal, com recurso a movimentos sem equipamento adicional e suportando apenas o peso do corpo, destinado a praticantes deste tipo de treino; **Material e métodos:** Algoritmo PUBMED [(hiit) OR (((((High-Intensity Interval) AND Title/Abstract OR High Intensity Interval) AND Title/Abstract OR High-Intensity Intermittent) AND Title/Abstract OR high intensity intermittent[Title/Abstract]))]); **Resultados:** quatro séries de sete exercícios calistênicos holísticos (4x7x30'' intervalados com 15'' de pausa), separadas por 45'' de pausa; **Discussão:** Verificou-se uma grande heterogeneidade na literatura relativamente aos protocolos HIIT implementados. Estudos sugerem um rácio óptimo *work-to-rest* de 2:1, sendo a maioria com recurso a ergómetros; **Conclusões:** Com a ausência de cargas externas, e optando por um protocolo holístico e poliarticular, tornou-se um desafio quantificar a intensidade do trabalho para cada indivíduo. Assim, optou-se pela estratégia do *all-out bouts* que implicava realizar o maior número de repetições dos exercícios propostos e monitorizar a resposta cardíaca (% FCVO_{2max}).

Palavras-chave: Treino Intervalado de Alta Intensidade, Peso do Corpo, VO2MAX, Antropometria, FC repouso

ABSTRACT

Objetives: To delineate a literature-based HIIT training plan with no recourse to ergometers, and that is up to the challenge of monitoring the intensity of the protocol and assess its impact. The effect of the aforementioned protocol was measured in practitioners of this type of training in a recreational context, prescribed according to a progressive maximal effort test; **Methods:** A search algorithm was performed in PUBMED [(hint) OR (((((High-Intensity Interval) AND Title/Abstract OR High Intensity Interval) AND Title/Abstract OR High-Intensity Intermittent) AND Title/Abstract OR high intensity intermittent[Title/Abstract]))]); **Results:** four series of seven holistic calisthenic exercises (4 x 7 x 30'' with 15'' pause among them), with 45'' pause; **Discussion:** If compared with existing literature, the results of the HIIT protocols implemented in this research reveal a fundamental heterogeneity. Previous studies, the majority of which with recourse to ergometers, suggest an optimal work-to-rest ratio of 2:1; **Conclusions:** Given the absence of external loads, and having opted for a holistic and polyarticular protocol, quantifying the intensity of the work ascribed to each individual became a challenge. It was thus decided to adopt an all-out bouts approach, which entailed the greatest possible number of repetitions of each proposed exercised while monitoring the cardiac response (% HRVO_{2max}).

Keywords: High-Intensity Interval Training, Calisthenics, VO2MAX, Anthropometry, Rest Heart Rate.

INTRODUÇÃO

O Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) é caracterizado por períodos relativamente curtos de exercício muito intenso, intercalados com períodos de pausa ou exercício de baixa intensidade (Fex et al., 2015; Fisher et al., 2011; Gibala & Jones, 2013; Juneau, Hayami, Gayda, Lacroix, & Nigam, 2014; Jung et al., 2015; Keating et al., 2014; Little & Francois, 2014; Peake et al., 2014; Sijie et al., 2012; Sim et al., 2014; Weston et al., 2014). A ideia subjacente ao HIIT é permitir sobrecarregar os sistemas fisiológicos com exercícios de intensidade superior às intensidades alcançadas durante um teste maximal gradual (Stuckey et al., 2012).

Nas últimas três décadas, vários estudos têm demonstrado os efeitos do treino HIIT comparativamente ao padronizado treino contínuo de intensidade moderada, em pacientes com patologias cardiovasculares e metabólicas (Aamot et al., 2016; Gayda et al., 2016; Keteyian et al., 2014; Weston et al., 2014). Na última década o HIIT tem recebido grande interesse científico e é considerado um método de treino eficaz para adaptações metabólicas e melhorias na performance desportiva (Engel et al., 2014; Gojanovic et al., 2015; Little & Francois, 2014; Little et al., 2014; Naimo et al., 2015; Peake et al., 2014).

O HIIT também surge associado a uma alternativa eficiente em relação ao tempo investido no treino aeróbico, afirmando-se como um potente estímulo na melhoria da performance cardiorrespiratória, na capacidade oxidativa dos músculos e na sensibilidade à insulina (Arad et al., 2015; Astorino, Schubert, Palumbo, Stirling, & McMillan, 2013; Baekkerud et al., 2016; Bell, Seguin, Parise, Baker, & Phillips, 2015; Bonsu & Terblanche, 2016; Buckley et al., 2015; Cassidy et al., 2016; Elmer et al., 2016; Engel et al., 2014; Faude, Schnittker, Schulte-Zurhausen, Muller, & Meyer, 2013; Fex et al., 2015; Fisher et al., 2015; Fisher et al., 2011; Gayda et al., 2016; Gillen & Gibala, 2014; Gillen et al., 2016; Granata, Oliveira, Little, Renner, & Bishop, 2016; Hallsworth et al., 2015; Higgins, Baker, Evans, Adams, & Cobbald, 2015; Iacono et al., 2015; Iaia et al., 2015; Jelleyman et al., 2015; Juneau et al., 2014; Jung et al., 2015; Keating et al., 2014; Little & Francois, 2014; Little et al., 2014; Logan, Harris, Duncan, & Schofield,

2014; Madsen, Thorup, Overgaard, & Jeppesen, 2015; Matsuo, So, Shimojo, & Tanaka, 2015; Miramonti et al., 2016; Racil et al., 2016; Robinson et al., 2015; Sandstad et al., 2015; Skelly et al., 2014; Skutnik, Smith, Johnson, Kurti, & Harms, 2016; Smith-Ryan, Melvin, & Wingfield, 2015; Weston et al., 2014; Williams & Kraemer, 2015; Wood et al., 2016). Este tipo de treino também tem demonstrado ser mais eficiente na melhoria da performance cardiorrespiratória e alguns trabalhos sugerem maiores benefícios cardio-protetores (Aamot et al., 2016; Angadi et al., 2015; Cardozo, Oliveira, & Farinatti, 2015; Elmer et al., 2016; Fex et al., 2015; Fisher et al., 2015; Gayda et al., 2016; Gui, 2016; Hanssen et al., 2015; Jelleyman et al., 2015; Jung et al., 2015; Liou, Ho, Fildes, & Ooi, 2016; Matsuo et al., 2015; Naimo et al., 2015; Robinson et al., 2015; Sandstad et al., 2015; Sijie et al., 2012; Skutnik et al., 2016; Wells, Edwards, Fysh, & Drust, 2014; Williams & Kraemer, 2015). Mesmo em marcadores cardiometabólicos e patologias como obesidade e síndrome metabólico, o HIIT tem demonstrado melhorias mais significativas que o treino aeróbico, ressaltando a segurança e a tolerância ao estímulo por parte dos pacientes (Arad et al., 2015; Drigny et al., 2013; Elmer et al., 2016; Fex et al., 2015; Jelleyman et al., 2015; Juneau et al., 2014; Jung et al., 2015; Keating et al., 2014; Little & Francois, 2014; Logan et al., 2014; Madsen, Thorup, Overgaard, Bjerre, & Jeppesen, 2015; Matsuo et al., 2015; Nytroen et al., 2013; Racil et al., 2016; Ramos, Dalleck, Tjonna, Beetham, & Coombes, 2015; Sijie et al., 2012; Sim et al., 2014; Smith-Ryan et al., 2015; Wood et al., 2016). E ainda, uma manifesta preferência por parte dos voluntários relativamente à eficiência temporal e de prazer (Aamot et al., 2016; Bonsu & Terblanche, 2016; Dall et al., 2015; Gayda et al., 2016; Gillen & Gibala, 2014; Hallsworth et al., 2015; Juneau et al., 2014; Jung et al., 2015; Little et al., 2014; Martinez, Kilpatrick, Salomon, Jung, & Little, 2015; Skutnik et al., 2016; Thogersen-Ntoumani et al., 2016; Wood et al., 2016).

O espectro da população-alvo deste tipo de investigação tem crescido em vários contextos. Principalmente ao nível de populações clínicas como: excesso de peso ou obesos (Ahmadizad, Avansar, Ebrahim, Avandi, & Ghasemikaram, 2015; Alkahtani, Byrne, Hills, & King, 2014; Arad et al., 2015; Baekkerud et al., 2016; Fex et al., 2015; Fisher et al., 2015; Keating et al.,

2014; Little et al., 2014; Racil et al., 2016; Robinson et al., 2015; Sijie et al., 2012; Sim et al., 2014; Sim, Wallman, Fairchild, & Guelfi, 2015; Skutnik et al., 2016; Smith-Ryan et al., 2015), cardiopatias (Aamot et al., 2016; Angadi et al., 2015; Bonsu & Terblanche, 2016; Cardozo et al., 2015; Dall et al., 2015; Dall et al., 2014; Fex et al., 2015; Fisher et al., 2015; Gayda et al., 2016; Gui, 2016; Juneau et al., 2014; Keteyian et al., 2014; Liou et al., 2016; Nytroen et al., 2013; Rustad, Nytroen, Amundsen, Gullestad, & Aakhus, 2014; Skutnik et al., 2016; Weston et al., 2014), diabetes (Cassidy et al., 2016; Fex et al., 2015; Jelleyman et al., 2015; Jung et al., 2015; Little & Francois, 2014; Madsen, Thorup, Overgaard, Bjerre, et al., 2015; Madsen, Thorup, Overgaard, & Jeppesen, 2015; Robinson et al., 2015; Shaban, Kenno, & Milne, 2014), entre outras (Drigny et al., 2013; Hallsworth et al., 2015; Matsuo et al., 2015; Sandstad et al., 2015).

Para além das populações clínicas, também as saudáveis e/ou sedentárias (Astorino et al., 2013; Bell et al., 2015; Buckley et al., 2015; Cochran et al., 2015; Elmer et al., 2016; Fisher et al., 2011; Gillen et al., 2016; Granata et al., 2016; Greer, Sirithienthad, Moffatt, Marcello, & Pantoni, 2015; Hanssen et al., 2015; Higgins et al., 2015; Kemmler, Lell, Scharf, Fraunberger, & von Stengel, 2015; Laurent, Vervaecke, Kutz, & Green, 2014; Mendez-Villanueva, Edge, Suriano, Hamer, & Bishop, 2012; Miramonti et al., 2016; Mohr et al., 2015; Percival et al., 2015; Perkins, Vine, Blacker, & Willems, 2015; Ramos et al., 2015; Thogersen-Ntoumani et al., 2016; Williams & Kraemer, 2015; Wood et al., 2016; Wylie et al., 2016), e até atletas (Aziz et al., 2012; Bottonis et al., 2016; Faude et al., 2013; Gojanovic et al., 2015; Iacono et al., 2015; Iaia et al., 2015; Naimo et al., 2015; Peake et al., 2014; Sheykhlovand et al., 2016; Stanley, Peake, Coombes, & Buchheit, 2014; Wells et al., 2014; Wiewelhove et al., 2015), têm merecido atenção dos investigadores.

Apesar do amplo interesse e abrangência que o HIIT representa é na implementação da metodologia que os investigadores apresentam a maior heterogeneidade. Ainda que todos coincidam em intercalar grande amplitude de intensidades, a densidade do treino não é consensual.

Os mais de 80 autores consultados representam os estudos de maior relevância dos últimos 5 anos de acordo com a base de dados *PubMed*. Nestes estudos encontramos diferentes rácios *ON/OFF* (tabela 1), que variam desde a maior preponderância de trabalho (*ON*) até pausas demasiado longas (*OFF*).

Na maior parte dos estudos consultados a implementação do treino é feita em ergómetros (Aamot et al., 2016; Ahmadizad et al., 2015; Alkahtani et al., 2014; Angadi et al., 2015; Arad et al., 2015; Astorino et al., 2013; Aziz et al., 2012; Baekkerud et al., 2016; Bell et al., 2015; Bonsu & Terblanche, 2016; Buckley et al., 2015; Cardozo et al., 2015; Cassidy et al., 2016; Cochran et al., 2015; Dall et al., 2014; Drigny et al., 2013; Elmer et al., 2016; Engel et al., 2014; Fex et al., 2015; Fisher et al., 2015; Fisher et al., 2011; Gillen et al., 2016; Gojanovic et al., 2015; Granata et al., 2016; Greer et al., 2015; Gui, 2016; Hallsworth et al., 2015; Hanssen et al., 2015; Higgins et al., 2015; Jelleyman et al., 2015; Jung et al., 2015; Keating et al., 2014; Keteyian et al., 2014; Laurent et al., 2014; Liou et al., 2016; Little et al., 2014; Madsen, Thorup, Overgaard, Bjerre, et al., 2015; Madsen, Thorup, Overgaard, & Jeppesen, 2015; Martinez et al., 2015; Matsuo et al., 2015; Mendez-Villanueva et al., 2012; Miramonti et al., 2016; Naimo et al., 2015; Nytroen et al., 2013; Peake et al., 2014; Percival et al., 2015; Perkins et al., 2015; Robinson et al., 2015; Rustad et al., 2014; Sim et al., 2014, 2015; Skelly et al., 2014; Skutnik et al., 2016; Smith-Ryan et al., 2015; Stanley et al., 2014; Thogersen-Ntoumani et al., 2016; Wood et al., 2016; Wylie et al., 2016) ou em pistas de corrida (Faude et al., 2013; Iacono et al., 2015; Iaia et al., 2015; Kemmler et al., 2015; Racil et al., 2016; Sijie et al., 2012; Wells et al., 2014; Wiewelhove et al., 2015).

De facto, são escassos os estudos que utilizam exercícios holísticos com padrões de movimento funcionais na implementação do HIIT, como agachar, empurrar, puxar, saltar, etc (Buckley et al., 2015; Di Blasio et al., 2016; McRae et al., 2012; Paoli et al., 2012).

Tabela. Rácios *ON/OFF*, dos estudos dos últimos 5 anos, consultados na base de dados *PubMed*.

Rácios [ON:OFF]*	Autores
[4:1]	(Laurent et al., 2014)
[2:1]	(Cochran et al., 2015; Granata et al., 2016; Laurent et al., 2014; Miramonti et al., 2016; Peake et al., 2014; Smith-Ryan et al., 2015; Williams & Kraemer, 2015)
[3:2]	(Matsuo et al., 2015; Stanley et al., 2014)
[4:3]	(Angadi et al., 2015; Baekkerud et al., 2016; Bottonis et al., 2016; Hanssen et al., 2015; Keteyian et al., 2014; Nytroen et al., 2013; Ramos et al., 2015; Sandstad et al., 2015)
[6:5]	(Perkins et al., 2015)
[1:1]	(Aamot et al., 2016; Alkahtani et al., 2014; Baekkerud et al., 2016; Bonsu & Terblanche, 2016; Cardozo et al., 2015; Drigny et al., 2013; Elmer et al., 2016; Faude et al., 2013; Gojanovic et al., 2015; Iacono et al., 2015; Juneau et al., 2014; Jung et al., 2015; Laurent et al., 2014; Little & Francois, 2014; Little et al., 2014; Madsen, Thorup, Overgaard, Bjerre, et al., 2015; Madsen, Thorup, Overgaard, & Jeppesen, 2015; Martinez et al., 2015; Percival et al., 2015; Racil et al., 2016; Robinson et al., 2015; Rustad et al., 2014; Sijie et al., 2012; Skelly et al., 2014; Skutnik et al., 2016; Smith-Ryan et al., 2015; Wood et al., 2016; Wylie et al., 2016)
[2:3]	(Hallsworth et al., 2015)
[1:2]	(Ahmadizad et al., 2015; Gui, 2016; Higgins et al., 2015; Iaia et al., 2015; Keating et al., 2014)
[1:3]	(Buckley et al., 2015; Fex et al., 2015; Sheykhlovand et al., 2016; Wells et al., 2014; Wood et al., 2016)
[1:4]	(Mohr et al., 2015; Sim et al., 2014, 2015; Wylie et al., 2016)
[1:5]	(Mendez-Villanueva et al., 2012)
[1:6]	(Gillen et al., 2016; Iaia et al., 2015)
[1:8]	(Aziz et al., 2012; Fisher et al., 2015; Fisher et al., 2011; Granata et al., 2016; Shaban et al., 2014; Williams & Kraemer, 2015; Wylie et al., 2016)

[1:24]	(Naimo et al., 2015)
Mix	(Arad et al., 2015; Astorino et al., 2013; Bell et al., 2015; Bottonis et al., 2016; Cassidy et al., 2016; Dall et al., 2014; Gayda et al., 2016; Greer et al., 2015; Jelleyman et al., 2015; Smith-Ryan et al., 2015; Thogersen-Ntoumani et al., 2016; Wiewelhoe et al., 2015)

* (*ON*) trabalho; (*OFF*) pausa.

Tendo em consideração as investigações mencionadas anteriormente, o objetivo deste estudo foi estruturar um programa de 12 semanas de treino HIIT, prescrito em função de um teste de esforço progressivo maximal, com recurso a movimentos sem equipamento adicional e suportando apenas o peso do corpo, destinado a praticantes deste tipo de treino.

MATERIAL E MÉTODOS

Desenho de investigação

O presente estudo longitudinal pretende determinar os efeitos da intervenção de exercício, HIIT, em praticantes deste tipo de treino em contexto recreacional (n= 22). Cada participante compromete-se a realizar uma avaliação pré e pós intervenção (avaliação antropométrica, estratificação da composição corporal e avaliação VO_{2max}) e um programa de HIIT composto por 12 treinos. Os indivíduos são instruídos a empregar a máxima intensidade respeitando ao máximos os intervalos de exercício e de repouso.

Amostra

Um total de 937 adultos, participantes em programas de HIIT, em contexto recreacional, foram contactados por correio eletrónico. Cinquenta e um adultos potencialmente elegíveis, responderam e deram o seu consentimento escrito, depois de receberem informações detalhadas sobre o objetivo e procedimentos do estudo. Procedeu-se à estratificação do risco, após o preenchimento dos questionários *PAR-Q*, *Avaliação e Estratificação do Risco* (Pescatello et al., 2014) e *Sintomas Sugestivos de Doença Cardiovascular e/ou Pulmonar* (Pescatello et al., 2014), de modo a excluir aqueles que, com condicionantes de saúde, pudessem afetar a sua resposta ao protocolo em estudo, ou

comprometer a sua saúde. Um total de 28 adultos não foram incluídos no estudo. Após o primeiro dia de avaliações, por motivos de saúde, um dos participantes recusou-se continuar a participar no estudo. Por conseguinte, uma amostra final de 22 adultos iniciou o estudo que decorreu entre os meses de Janeiro e Março de 2016. Os participantes foram instruídos para que mantivessem as suas atividades diárias e dietas habituais. Foram advertidos ainda para que a prática de exercício físico fosse apenas a da intervenção. O fluxograma de participantes é apresentado na figura 1. As características gerais dos participantes são apresentadas na tabela 2.

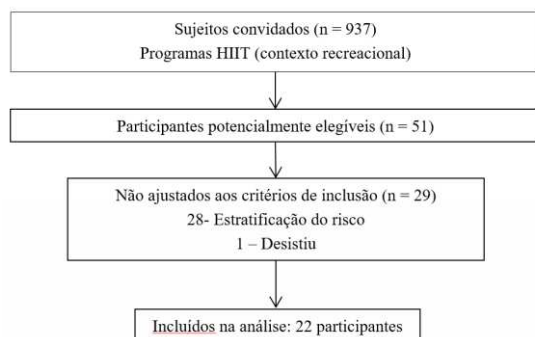


Figura 1: Fluxograma de participantes no estudo

Tabela 2. Características gerais da amostra

	Feminino (13)	Masculino (9)
Idade (anos)	35 ± 8	37 ± 8
Freq. cardíaca de repouso (bpm)	73,1 ± 11,2	57,6 ± 9,4
Altura (m)	1,61 ± 0,06	1,76 ± 0,05
Peso (kg)	62,8 ± 7,6	81,7 ± 9,4
Massa Gorda (%)	30,1 ± 4,5	20,4 ± 4,4
VO ₂ absoluto (ml.min ⁻¹)	2320,8 ± 331,2	3841,3 ± 515,1
VO ₂ max (ml.kg.min ⁻¹)	37,3 ± 6,1	47,5 ± 7,8

Avaliação Pré e Pós Intervenção

A avaliação pré e pós-intervenção dos participantes serão levadas a cabo na semana imediatamente antes do início da intervenção e na semana após o fim da intervenção. Todas as medições serão realizadas na mesma ordem, pelo mesmo técnico de exercício físico e de acordo com os protocolos adotados.

Altura, Massa Corporal e Percentual de Gordura

Os participantes serão medidos usando um estadiómetro de parede (Leicester Height measure, Tanita, Tokyo, Japan), e a massa corporal e percentagem de gordura corporal foram avaliadas através de uma balança de bioimpedância calibrada (SC-0330, Tanita, Tokyo, Japan).

Pressão Arterial

Sentados numa cadeira com encosto, pés no chão e braços apoiados ao nível do coração, durante cinco minutos. A pressão arterial foi medida através de um esfigmomanómetro digital (OMRON M6, OMRON Healthcare co, ltd)

Aptidão Cardiorrespiratória

Para determinar o VO₂max e Frequência Cardíaca (FC) correspondente ao VO₂max (FCVO₂max), os participantes realizarão um teste de intensidade progressiva numa passadeira elétrica (h/p/cosmos, Mercury) até à exaustão. O Teste de Bruce (Bruce et al., 1949) é um protocolo contínuo e gradual, onde a velocidade e inclinação da passadeira aumentam a cada estágio de três minutos. Durante o primeiro estágio os participantes caminham a uma velocidade de 2.74km/h e inclinação de 10%, e no segundo estágio a velocidade aumenta para 4.04km/h e 12% de inclinação. O aumento da velocidade e inclinação repete-se cada três minutos até os participantes atingirem a exaustão volitiva. Depois da calibração, os gases expirados serão recolhidos e medidos continuamente durante o teste através de calorimetria indireta (MedGraphics VO200, St. Paul, USA). Para que o teste possa ser considerado válido, cada participante terá que cumprir os dois critérios seguintes: atingir 85% da FC_{max} teórica e RER > 1.09 (Guazzi et al., 2012)

Programa HIIT

O programa de HIIT é desenhado para 4 semanas, com uma frequência de três dias por semana, num total de 12 treinos. As sessões de exercício são cuidadosamente supervisionadas por um técnico de exercício físico.

Treino/Sessão de exercício

Cada sessão de exercícios tem a duração de 31 minutos (5 minutos de aquecimento, seguido de 24 minutos de de exercícios com suporte do

peso do corpo e terminando com 2 minutos de exercícios de alongamento).

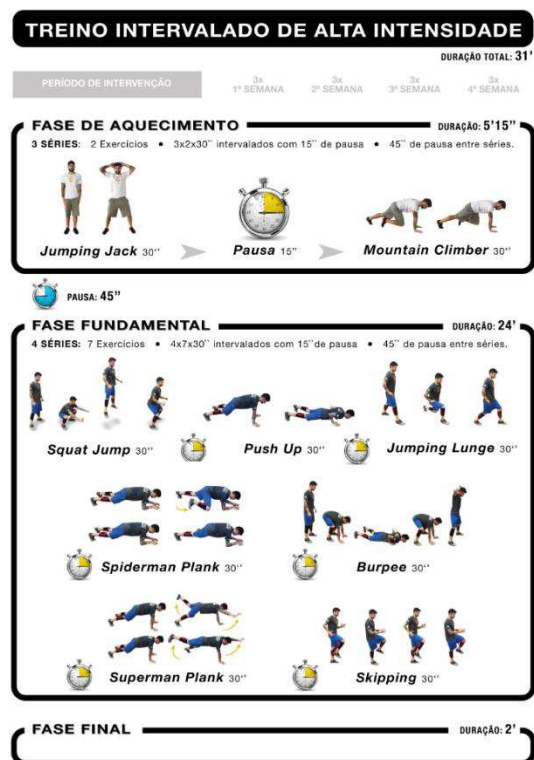


Figura 2: Programa de intervenção de exercício, HIIT, com recurso a movimentos suportando apenas o peso do corpo.

A fase inicial da sessão era composta por 3 séries de 2 exercícios, intercaladas por 45 segundos de pausa. Os 2 exercícios de cada série eram executados durante 30 segundos, intercalados com 15 segundos de pausa entre cada exercício. A fase fundamental da sessão compreendia 4 séries de 7 exercícios, intercaladas por 45 segundos de pausa. Os 7 exercícios de cada série eram executados à intensidade máxima percecionada durante 30 segundos, com pausas de 15 segundos entre cada exercício (figura 2). Os exercícios utilizados (*squat jump*, *push-up*, *jumping lunge*, *spiderman plank*, *burpee*, *superman plank*, *skipping*) foram escolhidos pela não necessidade de utilização de material adicional, e por solicitarem a maioria dos grandes grupos musculares. A sequência pretendia a alternância dos principais grupos musculares solicitados, minimizando a fadiga muscular localizada. Os indivíduos foram encorajados a executarem o maior número de repetições por intervalo, bem como a respeitarem os tempos *ON/OFF*, de modo a que cada intervalo *ON*

correspondesse a um valor igual ou superior a 90% da $FCVO_{2max}$ (Bonsu & Terblanche, 2016; Hanssen et al., 2015; Helgerud et al., 2007).

CONCLUSÕES

O HIIT apresenta inúmeros benefícios clínicos, tanto para populações saudáveis como em populações de risco. O presente estudo procurará demonstrar que um programa de treino HIIT, com uma intervenção de quatro semanas, numa população adulta saudável, pode ser bem tolerado e tem efeitos positivos sobre a saúde dos participantes. Aquando da implementação do programa pretende-se identificar as respostas específicas para este tipo de exercício, pois a prescrição específica deve proporcionar uma sobrecarga adequada para maximizar os resultados (cardiometaabólicos, antropométricos, etc) e minimiza a predisposição para a lesão.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a todos os participantes pela sua colaboração neste estudo. Este estudo foi realizado no âmbito do Mestrado de Atividade Física e Saúde Escolar (Instituto Politécnico de Beja, Portugal).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aamot, I. L., Karlsen, T., Dalen, H., & Stoylen, A. (2016). Long-term Exercise Adherence After High-intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Study. *Physiother Res Int*, 21(1), 54-64. doi:10.1002/pri.1619
- Ahmadizad, S., Avansar, A. S., Ebrahim, K., Avandi, M., & Ghasemikaram, M. (2015). The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-1 and inflammatory markers. *Horm Mol Biol Clin Investig*, 21(3), 165-173. doi:10.1515/hmbci-2014-0038
- Alkahtani, S. A., Byrne, N. M., Hills, A. P., & King, N. A. (2014). Interval training intensity affects energy intake compensation in obese men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 24(6), 595-604. doi:10.1123/ijnsnem.2013-0032
- Angadi, S. S., Mookadam, F., Lee, C. D., Tucker, W. J., Haykowsky, M. J., & Gaesser, G. A. (2015). High-intensity interval training vs.

- moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *J Appl Physiol* (1985), 119(6), 753-758. doi:10.1152/jappphysiol.00518.2014
- Arad, A. D., DiMenna, F. J., Thomas, N., Tamis-Holland, J., Weil, R., Geliebter, A., & Albu, J. B. (2015). High-intensity interval training without weight loss improves exercise but not basal or insulin-induced metabolism in overweight/obese African American women. *J Appl Physiol* (1985), 119(4), 352-362. doi:10.1152/jappphysiol.00306.2015
- Astorino, T. A., Schubert, M. M., Palumbo, E., Stirling, D., & McMillan, D. W. (2013). Effect of two doses of interval training on maximal fat oxidation in sedentary women. *Med Sci Sports Exerc*, 45(10), 1878-1886. doi:10.1249/MSS.0b013e3182936261
- Aziz, A. R., Chia, M. Y., Low, C. Y., Slater, G. J., Png, W., & Teh, K. C. (2012). Conducting an acute intense interval exercise session during the Ramadan fasting month: what is the optimal time of the day? *Chronobiol Int*, 29(8), 1139-1150. doi:10.3109/07420528.2012.708375
- Baekkerud, F. H., Solberg, F., Leinan, I. M., Wisloff, U., Karlsen, T., & Rognmo, O. (2016). Comparison of Three Popular Exercise Modalities on V O₂max in Overweight and Obese. *Med Sci Sports Exerc*, 48(3), 491-498. doi:10.1249/mss.0000000000000777
- Bell, K. E., Seguin, C., Parise, G., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2015). Day-to-Day Changes in Muscle Protein Synthesis in Recovery From Resistance, Aerobic, and High-Intensity Interval Exercise in Older Men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 70(8), 1024-1029. doi:10.1093/gerona/glu313
- Bonsu, B., & Terblanche, E. (2016). The training and detraining effect of high-intensity interval training on post-exercise hypotension in young overweight/obese women. *Eur J Appl Physiol*, 116(1), 77-84. doi:10.1007/s00421-015-3224-7
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., & Platanou, T. I. (2016). Concurrent Strength and Interval Endurance Training in Elite Water Polo Players. *J Strength Cond Res*, 30(1), 126-133. doi:10.1519/jsc.0000000000001091
- Bruce, R. A., Pearson, R., Lovejoy, F. W., Yu, P. N. G., & Brothers, G. B. (1949). VARIABILITY OF RESPIRATORY AND CIRCULATORY PERFORMANCE DURING STANDARDIZED EXERCISE. *Journal of Clinical Investigation*, 28(6 Pt 2), 1431-1438.
- Buckley, S., Knapp, K., Lackie, A., Lewry, C., Horvey, K., Benko, C., . . . Butcher, S. (2015). Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Appl Physiol Nutr Metab*, 40(11), 1157-1162. doi:10.1139/apnm-2015-0238
- Cardozo, G. G., Oliveira, R. B., & Farinatti, P. T. (2015). Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients. *ScientificWorldJournal*, 2015, 192479. doi:10.1155/2015/192479
- Cassidy, S., Thoma, C., Hallsworth, K., Parikh, J., Hollingsworth, K. G., Taylor, R., . . . Trenell, M. I. (2016). High intensity intermittent exercise improves cardiac structure and function and reduces liver fat in patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia*, 59(1), 56-66. doi:10.1007/s00125-015-3741-2
- Cochran, A. J., Myslik, F., MacInnis, M. J., Percival, M. E., Bishop, D., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2015). Manipulating Carbohydrate Availability Between Twice-Daily Sessions of High-Intensity Interval Training Over 2 Weeks Improves Time-Trial Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25(5), 463-470. doi:10.1123/ijsnem.2014-0263
- Dall, C. H., Gustafsson, F., Christensen, S. B., Dela, F., Langberg, H., & Prescott, E. (2015). Effect of moderate- versus high-intensity exercise on vascular function, biomarkers and quality of life in heart transplant recipients: A randomized, crossover trial. *J Heart Lung Transplant*, 34(8), 1033-1041. doi:10.1016/j.healun.2015.02.001
- Dall, C. H., Snoer, M., Christensen, S., Monk-Hansen, T., Frederiksen, M., Gustafsson, F., . . . Prescott, E. (2014). Effect of High-Intensity Training Versus Moderate Training on Peak Oxygen Uptake and Chronotropic Response in Heart Transplant Recipients: A Randomized Crossover Trial. *American Journal of Transplantation*, 14(10), 2391-2399. doi:10.1111/ajt.12873

- Di Blasio, A., Izzicupo, P., Tacconi, L., Di Santo, S., Leogrande, M., Bucci, I., . . . Napolitano, G. (2016). Acute and delayed effects of high intensity interval resistance training organization on cortisol and testosterone production. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(3), 192-199.
- Drigny, J., Gremeaux, V., Guiraud, T., Gayda, M., Juneau, M., & Nigam, A. (2013). Long-term high-intensity interval training associated with lifestyle modifications improves QT dispersion parameters in metabolic syndrome patients. *Ann Phys Rehabil Med*, 56(5), 356-370. doi:10.1016/j.rehab.2013.03.005
- Elmer, D. J., Laird, R. H., Barberio, M. D., & Pascoe, D. D. (2016). Inflammatory, lipid, and body composition responses to interval training or moderate aerobic training. *Eur J Appl Physiol*, 116(3), 601-609. doi:10.1007/s00421-015-3308-4
- Engel, F., Hartel, S., Wagner, M. O., Strahler, J., Bos, K., & Sperlich, B. (2014). Hormonal, metabolic, and cardiorespiratory responses of young and adult athletes to a single session of high-intensity cycle exercise. *Pediatr Exerc Sci*, 26(4), 485-494. doi:10.1123/pes.2013-0152
- Faude, O., Schnitker, R., Schulte-Zurhausen, R., Muller, F., & Meyer, T. (2013). High intensity interval training vs. high-volume running training during pre-season conditioning in high-level youth football: a cross-over trial. *J Sports Sci*, 31(13), 1441-1450. doi:10.1080/02640414.2013.792953
- Fex, A., Leduc-Gaudet, J. P., Filion, M. E., Karelis, A. D., & Aubertin-Leheudre, M. (2015). Effect of Elliptical High Intensity Interval Training on Metabolic Risk Factor in Pre- and Type 2 Diabetes Patients: A Pilot Study. *J Phys Act Health*, 12(7), 942-946. doi:10.1123/jpah.2014-0123
- Fisher, G., Brown, A. W., Bohan Brown, M. M., Alcorn, A., Noles, C., Winwood, L., . . . Allison, D. B. (2015). High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, 10(10), e0138853. doi:10.1371/journal.pone.0138853
- Fisher, G., Schwartz, D. D., Quindry, J., Barberio, M. D., Foster, E. B., Jones, K. W., & Pascoe, D. D. (2011). Lymphocyte enzymatic antioxidant responses to oxidative stress following high-intensity interval exercise. *J Appl Physiol* (1985), 110(3), 730-737. doi:10.1152/jappphysiol.00575.2010
- Gayda, M., Ribeiro, P. A., Juneau, M., & Nigam, A. (2016). Comparison of Different Forms of Exercise Training in Patients With Cardiac Disease: Where Does High-Intensity Interval Training Fit? *Can J Cardiol*, 32(4), 485-494. doi:10.1016/j.cjca.2016.01.017
- Gibala, M. J., & Jones, A. M. (2013). Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 76, 51-60. doi:10.1159/000350256
- Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(3), 409-412. doi:10.1139/apnm-2013-0187
- Gillen, J. B., Martin, B. J., MacInnis, M. J., Skelly, L. E., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2016). Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardiometabolic Health Similar to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. *PLoS One*, 11(4), e0154075. doi:10.1371/journal.pone.0154075
- Gojanovic, B., Shultz, R., Feihl, F., & Matheson, G. (2015). Overspeed HIIT in Lower-Body Positive Pressure Treadmill Improves Running Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 47(12), 2571-2578. doi:10.1249/mss.0000000000000707
- Granata, C., Oliveira, R. S., Little, J. P., Renner, K., & Bishop, D. J. (2016). Training intensity modulates changes in PGC-1 α and p53 protein content and mitochondrial respiration, but not markers of mitochondrial content in human skeletal muscle. *FASEB J*, 30(2), 959-970. doi:10.1096/fj.15-276907
- Greer, B. K., Sirithienthad, P., Moffatt, R. J., Marcello, R. T., & Panton, L. B. (2015). EPOC Comparison Between Isocaloric Bouts of Steady-State Aerobic, Intermittent Aerobic, and Resistance Training. *Res Q Exerc Sport*, 86(2), 190-195. doi:10.1080/02701367.2014.999190
- Guazzi, M., Adams, V., Conraads, V., Halle, M., Mezzani, A., Vanhees, L., . . . Myers, J.

- (2012). Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *European Heart Journal*. doi:10.1093/eurheartj/ehs221
- Gui, Y. (2016). Intermittent exercises reduce the hypertension syndromes and improve the quality of life. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(1-2), 133-140.
- Hallsworth, K., Thoma, C., Hollingsworth, K. G., Cassidy, S., Anstee, Q. M., Day, C. P., & Trenell, M. I. (2015). Modified high-intensity interval training reduces liver fat and improves cardiac function in non-alcoholic fatty liver disease: a randomized controlled trial. *Clin Sci (Lond)*, 129(12), 1097-1105. doi:10.1042/cs20150308
- Hanssen, H., Nussbaumer, M., Moor, C., Cordes, M., Schindler, C., & Schmidt-Trucksass, A. (2015). Acute effects of interval versus continuous endurance training on pulse wave reflection in healthy young men. *Atherosclerosis*, 238(2), 399-406. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2014.12.038
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*, 39(4), 665-671. doi:10.1249/mss.0b013e3180304570
- Higgins, T. P., Baker, M. D., Evans, S. A., Adams, R. A., & Cobbold, C. (2015). Heterogeneous responses of personalised high intensity interval training on type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disease risk in young healthy adults. *Clin Hemorheol Microcirc*, 59(4), 365-377. doi:10.3233/ch-141857
- Iacono, A. D., Eliakim, A., & Meckel, Y. (2015). Improving fitness of elite handball players: small-sided games vs. high-intensity intermittent training. *J Strength Cond Res*, 29(3), 835-843. doi:10.1519/jsc.0000000000000686
- Iaia, F. M., Fiorenza, M., Perri, E., Alberti, G., Millet, G. P., & Bangsbo, J. (2015). The Effect of Two Speed Endurance Training Regimes on Performance of Soccer Players. *PLoS One*, 10(9), e0138096. doi:10.1371/journal.pone.0138096
- Jelleyman, C., Yates, T., O'Donovan, G., Gray, L. J., King, J. A., Khunti, K., & Davies, M. J. (2015). The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev*, 16(11), 942-961. doi:10.1111/obr.12317
- Juneau, M., Hayami, D., Gayda, M., Lacroix, S., & Nigam, A. (2014). Provocative issues in heart disease prevention. *Can J Cardiol*, 30(12 Suppl), S401-409. doi:10.1016/j.cjca.2014.09.014
- Jung, M. E., Bourne, J. E., Beauchamp, M. R., Robinson, E., & Little, J. P. (2015). High-intensity interval training as an efficacious alternative to moderate-intensity continuous training for adults with prediabetes. *J Diabetes Res*, 2015, 191595. doi:10.1155/2015/191595
- Keating, S. E., Machan, E. A., O'Connor, H. T., Geroft, J. A., Sainsbury, A., Caterson, I. D., & Johnson, N. A. (2014). Continuous exercise but not high intensity interval training improves fat distribution in overweight adults. *J Obes*, 2014, 834865. doi:10.1155/2014/834865
- Kemmler, W., Lell, M., Scharf, M., Fraunberger, L., & von Stengel, S. (2015). [High versus moderate intense running exercise - effects on cardiometabolic risk-factors in untrained males]. *Dtsch Med Wochenschr*, 140(1), e7-e13. doi:10.1055/s-0040-100423
- Keteyian, S. J., Hibner, B. A., Bronsteen, K., Kerrigan, D., Aldred, H. A., Reasons, L. M., . . . Ehrman, J. K. (2014). Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 34(2), 98-105. doi:10.1097/hcr.0000000000000049
- Laurent, C. M., Vervaecke, L. S., Kutz, M. R., & Green, J. M. (2014). Sex-specific responses to self-paced, high-intensity interval training with variable recovery periods. *J Strength Cond Res*, 28(4), 920-927. doi:10.1519/JSC.0b013e3182a1f574
- Liou, K., Ho, S., Fildes, J., & Ooi, S. Y. (2016). High Intensity Interval versus Moderate Intensity Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease: A Meta-analysis of Physiological and Clinical Parameters. *Heart Lung Circ*, 25(2), 166-174. doi:10.1016/j.hlc.2015.06.828

- Little, J. P., & Francois, M. E. (2014). High-intensity interval training for improving postprandial hyperglycemia. *Res Q Exerc Sport*, 85(4), 451-456. doi:10.1080/02701367.2014.963474
- Little, J. P., Jung, M. E., Wright, A. E., Wright, W., & Manders, R. J. (2014). Effects of high-intensity interval exercise versus continuous moderate-intensity exercise on postprandial glycemic control assessed by continuous glucose monitoring in obese adults. *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(7), 835-841. doi:10.1139/apnm-2013-0512
- Logan, G. R., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Med*, 44(8), 1071-1085. doi:10.1007/s40279-014-0187-5
- Madsen, S. M., Thorup, A. C., Overgaard, K., Bjerre, M., & Jeppesen, P. B. (2015). Functional and structural vascular adaptations following 8 weeks of low volume high intensity interval training in lower leg of type 2 diabetes patients and individuals at high risk of metabolic syndrome. *Arch Physiol Biochem*, 121(5), 178-186. doi:10.3109/13813455.2015.1087033
- Madsen, S. M., Thorup, A. C., Overgaard, K., & Jeppesen, P. B. (2015). High Intensity Interval Training Improves Glycaemic Control and Pancreatic beta Cell Function of Type 2 Diabetes Patients. *PLoS One*, 10(8), e0133286. doi:10.1371/journal.pone.0133286
- Martinez, N., Kilpatrick, M. W., Salomon, K., Jung, M. E., & Little, J. P. (2015). Affective and Enjoyment Responses to High-Intensity Interval Training in Overweight-to-Obese and Insufficiently Active Adults. *J Sport Exerc Psychol*, 37(2), 138-149. doi:10.1123/jsep.2014-0212
- Matsuo, T., So, R., Shimojo, N., & Tanaka, K. (2015). Effect of aerobic exercise training followed by a low-calorie diet on metabolic syndrome risk factors in men. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 25(9), 832-838. doi:10.1016/j.numecd.2015.05.009
- McRae, G., Payne, A., Zelt, J. G., Scribbans, T. D., Jung, M. E., Little, J. P., & Gurd, B. J. (2012). Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Appl Physiol Nutr Metab*, 37(6), 1124-1131. doi:10.1139/h2012-093
- Mendez-Villanueva, A., Edge, J., Suriano, R., Hamer, P., & Bishop, D. (2012). The recovery of repeated-sprint exercise is associated with PCr resynthesis, while muscle pH and EMG amplitude remain depressed. *PLoS One*, 7(12), e51977. doi:10.1371/journal.pone.0051977
- Miramonti, A. A., Stout, J. R., Fukuda, D. H., Robinson, E. H. t., Wang, R., La Monica, M. B., & Hoffman, J. R. (2016). Effects of 4 Weeks of High-Intensity Interval Training and beta-Hydroxy-beta-Methylbutyric Free Acid Supplementation on the Onset of Neuromuscular Fatigue. *J Strength Cond Res*, 30(3), 626-634. doi:10.1519/jsc.0000000000001140
- Mohr, M., Helge, E. W., Petersen, L. F., Lindenskov, A., Weihe, P., Mortensen, J., . . . Krstrup, P. (2015). Effects of soccer vs swim training on bone formation in sedentary middle-aged women. *Eur J Appl Physiol*, 115(12), 2671-2679. doi:10.1007/s00421-015-3231-8
- Naimo, M. A., de Souza, E. O., Wilson, J. M., Carpenter, A. L., Gilchrist, P., Lowery, R. P., . . . Joy, J. (2015). High-intensity interval training has positive effects on performance in ice hockey players. *Int J Sports Med*, 36(1), 61-66. doi:10.1055/s-0034-1382054
- Nytroen, K., Rustad, L. A., Erikstad, I., Aukrust, P., Ueland, T., Lekva, T., . . . Arora, S. (2013). Effect of high-intensity interval training on progression of cardiac allograft vasculopathy. *J Heart Lung Transplant*, 32(11), 1073-1080. doi:10.1016/j.healun.2013.06.023
- Paoli, A., Moro, T., Marcolin, G., Neri, M., Bianco, A., Palma, A., & Grimaldi, K. (2012). High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. *J Transl Med*, 10, 237. doi:10.1186/1479-5876-10-237
- Peake, J. M., Tan, S. J., Markworth, J. F., Broadbent, J. A., Skinner, T. L., & Cameron-Smith, D. (2014). Metabolic and hormonal responses to isoenergetic high-intensity interval exercise and continuous moderate-intensity exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 307(7), E539-552. doi:10.1152/ajpendo.00276.2014

- Percival, M. E., Martin, B. J., Gillen, J. B., Skelly, L. E., MacInnis, M. J., Green, A. E., . . . Gibala, M. J. (2015). Sodium bicarbonate ingestion augments the increase in PGC-1 α mRNA expression during recovery from intense interval exercise in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985), 119(11), 1303-1312. doi:10.1152/jappphysiol.00048.2015
- Perkins, I. C., Vine, S. A., Blacker, S. D., & Willems, M. E. (2015). New Zealand Blackcurrant Extract Improves High-Intensity Intermittent Running. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25(5), 487-493. doi:10.1123/ijnsnem.2015-0020
- Pescatello, L. S., Arena, R., Riebe, D., Thompson, P. D., American College of Sports, M., Lippincott, W., & Wilkins. (2014). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Racil, G., Zouhal, H., Elmontassar, W., Ben Abderrahmane, A., De Sousa, M. V., Chamari, K., . . . Coquart, J. B. (2016). Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41(1), 103-109. doi:10.1139/apnm-2015-0384
- Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjonna, A. E., Beetham, K. S., & Coombes, J. S. (2015). The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(5), 679-692. doi:10.1007/s40279-015-0321-z
- Robinson, E., Durrer, C., Simtchouk, S., Jung, M. E., Bourne, J. E., Voth, E., & Little, J. P. (2015). Short-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training reduce leukocyte TLR4 in inactive adults at elevated risk of type 2 diabetes. *J Appl Physiol* (1985), 119(5), 508-516. doi:10.1152/jappphysiol.00334.2015
- Rustad, L. A., Nytroen, K., Amundsen, B. H., Gullestad, L., & Aakhus, S. (2014). One year of high-intensity interval training improves exercise capacity, but not left ventricular function in stable heart transplant recipients: a randomised controlled trial. *Eur J Prev Cardiol*, 21(2), 181-191. doi:10.1177/2047487312469477
- Sandstad, J., Stensvold, D., Hoff, M., Nes, B. M., Arbo, I., & Bye, A. (2015). The effects of high intensity interval training in women with rheumatic disease: a pilot study. *Eur J Appl Physiol*, 115(10), 2081-2089. doi:10.1007/s00421-015-3186-9
- Shaban, N., Kenno, K. A., & Milne, K. J. (2014). The effects of a 2 week modified high intensity interval training program on the homeostatic model of insulin resistance (HOMA-IR) in adults with type 2 diabetes. *J Sports Med Phys Fitness*, 54(2), 203-209.
- Sheykhlouvand, M., Khalili, E., Agha-Alinejad, H., & Gharaat, M. (2016). Hormonal and Physiological Adaptations to High-Intensity Interval Training in Professional Male Canoe Polo Athletes. *J Strength Cond Res*, 30(3), 859-866. doi:10.1519/jsc.0000000000001161
- Sijie, T., Hainai, Y., Fengying, Y., & Jianxiong, W. (2012). High intensity interval exercise training in overweight young women. *J Sports Med Phys Fitness*, 52(3), 255-262.
- Sim, A. Y., Wallman, K. E., Fairchild, T. J., & Guelfi, K. J. (2014). High-intensity intermittent exercise attenuates ad-libitum energy intake. *Int J Obes (Lond)*, 38(3), 417-422. doi:10.1038/ijo.2013.102
- Sim, A. Y., Wallman, K. E., Fairchild, T. J., & Guelfi, K. J. (2015). Effects of High-Intensity Intermittent Exercise Training on Appetite Regulation. *Med Sci Sports Exerc*, 47(11), 2441-2449. doi:10.1249/mss.0000000000000687
- Skelly, L. E., Andrews, P. C., Gillen, J. B., Martin, B. J., Percival, M. E., & Gibala, M. J. (2014). High-intensity interval exercise induces 24-h energy expenditure similar to traditional endurance exercise despite reduced time commitment. *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(7), 845-848. doi:10.1139/apnm-2013-0562
- Skutnik, B. C., Smith, J. R., Johnson, A. M., Kurti, S. P., & Harms, C. A. (2016). The Effect of Low Volume Interval Training on Resting Blood Pressure in Pre-hypertensive Subjects: A Preliminary Study. *Phys Sportsmed*, 44(2), 177-183. doi:10.1080/00913847.2016.1159501

- Smith-Ryan, A. E., Melvin, M. N., & Wingfield, H. L. (2015). High-intensity interval training: Modulating interval duration in overweight/obese men. *Phys Sportsmed*, 43(2), 107-113. doi:10.1080/00913847.2015.1037231
- Stanley, J., Peake, J. M., Coombes, J. S., & Buchheit, M. (2014). Central and peripheral adjustments during high-intensity exercise following cold water immersion. *Eur J Appl Physiol*, 114(1), 147-163. doi:10.1007/s00421-013-2755-z
- Stuckey, M. I., Tordi, N., Mourot, L., Gurr, L. J., Rakobowchuk, M., Millar, P. J., . . . Kamath, M. V. (2012). Autonomic recovery following sprint interval exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 22(6), 756-763. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01320.x
- Thogersen-Ntoumani, C., Shepherd, S. O., Ntoumanis, N., Wagenmakers, A. J., & Shaw, C. S. (2016). Intrinsic motivation in two exercise interventions: Associations with fitness and body composition. *Health Psychol*, 35(2), 195-198. doi:10.1037/hea0000260
- Wells, C., Edwards, A., Fysh, M., & Drust, B. (2014). Effects of high-intensity running training on soccer-specific fitness in professional male players. *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(7), 763-769. doi:10.1139/apnm-2013-0199
- Weston, K. S., Wisloff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 48(16), 1227-1234. doi:10.1136/bjsports-2013-092576
- Wiewelhove, T., Raeder, C., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2015). Markers for Routine Assessment of Fatigue and Recovery in Male and Female Team Sport Athletes during High-Intensity Interval Training. *PLoS One*, 10(10), e0139801. doi:10.1371/journal.pone.0139801
- Williams, B. M., & Kraemer, R. R. (2015). Comparison of Cardiorespiratory and Metabolic Responses in Kettlebell High-Intensity Interval Training Versus Sprint Interval Cycling. *J Strength Cond Res*, 29(12), 3317-3325. doi:10.1519/jsc.0000000000001193
- Wood, K. M., Olive, B., LaValle, K., Thompson, H., Greer, K., & Astorino, T. A. (2016). Dissimilar Physiological and Perceptual Responses Between Sprint Interval Training and High-Intensity Interval Training. *J Strength Cond Res*, 30(1), 244-250. doi:10.1519/jsc.0000000000001042
- Wylie, L. J., Bailey, S. J., Kelly, J., Blackwell, J. R., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2016). Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol*, 116(2), 415-425. doi:10.1007/s00421-015-3296-4

Capítulo 5 – Artigo 2: EFEITO DO TREINO HIIT EM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, HEMODINÂMICAS E VO₂MAX, COM ADULTOS FISICAMENTE ATIVOS

EFEITO DO TREINO HIIT EM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, HEMODINÂMICAS E VO₂MAX, COM ADULTOS FISICAMENTE ATIVOS

André Filipe Paulino da Silva Bento, Instituto Politécnico de Beja – Escola Superior de Educação, Beja, Portugal, Email: andre.bento@IPBeja.pt

Vânia Brandão de Loureiro, Instituto Politécnico de Beja – Escola Superior de Educação, Beja, Portugal, Email: vbrandao@IPBeja.pt

Endereço para correspondência: Instituto Politécnico de Beja – Escola Superior de Educação, Rua Pedro Soares, 7800-295 Beja, Portugal

RESUMO

Introdução: A literatura reporta várias evidências sobre a eficiência do HIIT. Identificar as respostas específicas entre géneros é importante, procurando proporcionar uma sobrecarga adequada para maximizar os resultados e minimizar a predisposição para a lesão.

Objetivo: medir o efeito ao nível da massa corporal, cardiorrespiratório e intensidade volitiva do treino HIIT, prescrito em função de um teste de esforço progressivo maximal.

Materiais e métodos: onze mulheres (35.4 ± 8.3 anos) e nove homens praticantes de HIIT (36.6 ± 8.0 anos) completaram 4 semanas de exercício 3 vezes por semana, quatro séries de sete exercícios calisténicos holísticos ($4 \times 7 \times 30''$ intervalados com $15''$ de pausa), separadas por $45''$ de pausa.

Resultados: quanto à intensidade volitiva, apenas as mulheres cumpriram o protocolo com diferenças significativas em relação aos homens ($p = .017$), corroborado pela $FC_{\text{méd}}$ onde as senhoras se exercitaram a 87.6 ± 2.7 e os homens a 83.4 ± 3.0 % $FCVO_{2\text{máx}}$ ($p = .004$). Indivíduos com maior tempo de permanência acima de 90% $FCVO_{2\text{máx}}$ apresentam maior subida na aptidão cardiorrespiratória ($r = .478$, $p < .05$). Apenas as mulheres melhoraram a sua aptidão aeróbia, aumentando 2.51 ± 1.99 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ($p = .002$) o seu $VO_{2\text{máx}}$ relativo, e 150.0 ± 146.6 ml.min^{-1} ($z = -2.491$ $p = .005$) $VO_{2\text{máx}}$ absoluto. A redução do peso foi 0.485 ± 1.19 kg aproximando-se da significância ($p = .084$). No entanto, apenas os indivíduos masculinos tiveram uma descida estatisticamente significativa (-0.70 ± 0.89 kg; $p = .046$).

Conclusão: o efeito do HIIT foi diferente entre géneros. Os resultados significativos traduzem alguma polaridade quanto às principais variáveis: as mulheres melhoraram a sua capacidade aeróbia e os homens reduziram mais peso. Apresentam ainda diferenças na intensidade volitiva, apenas as mulheres cumpriram o protocolo quanto às intensidades previstas.

Palavras-chave: Treino Intervalado de Alta Intensidade, Peso do Corpo, $VO_{2\text{MAX}}$, Antropometria, FC repouso

ABSTRACT

Introduction: Specialized literature provides compelling evidence attesting the efficiency of HIIT. However, it is important to identify gender-specific differences to provide suitable intensity levels, in order to maximize results and minimize the likelihood of injuries.

Goal: This study aims to assess HIIT effect at the body mass and cardiorespiratory level as well as its volitional intensity, prescribed according to a progressive maximal effort test.

Participant and methods: Eleven women (35.4 ± 8.3 years) and nine men (36.6 ± 8.0 years), all HIIT practitioners, underwent a 3 times a week exercise plan, for 4 weeks, comprised of 4 series of 7 holistic calisthenic exercises ($4 \times 7 \times 30''$ with $15''$ pause among them), with $45''$ pause.

Results: Concerning volitional intensity, only women followed the protocol with significant statistical differences if compared with men ($p = .017$). These results are corroborated by the percentage increase in average heart rate, which was 87.6 ± 2.7 for female and 83.4 ± 3.0 %maxHR for male subjects ($p = .004$). Only women improved their aerobic aptitude capacity, increasing $2,51 \pm 1,99$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ ($p = .002$) their relative VO₂max, and $150,0 \pm 146,6$ ml.min⁻¹ ($z = -2,491$ $p = .005$) absolute VO₂max. Medium weight loss was 0.485 ± 1.19 kg, close to significance ($p = .084$). However, only males showed a statistically significative drop in weight (-0.70 ± 0.89 kg; $p = .046$).

Conclusion: The effect of HIIT was different between genders. These findings show a polarized difference concerning the two main variables of this study: women improve their aerobic capacity while men lose more weight. They also present differences in their volitional intensity, given that only women were able to follow the protocol with the expected intensities.

Key-words: High-Intensity Interval Training, Calisthenics, VO2MAX, Anthropometry, Rest Hearth Rate

INTRODUÇÃO

A literatura reporta várias evidências sobre a eficiência do treino intervalado de alta intensidade (HIIT) na melhoria da performance cardiorrespiratória (Gui, 2016; Liou et al., 2016; Skutnik et al., 2016), na melhoria da composição corporal e no tratamento de patologias metabólicas e cardiovasculares (Elmer et al., 2016; Racil et al., 2016; Wood et al., 2016). Estudos recentes indicam o HIIT como método de treino alternativo ao tradicional treino aeróbio (Dalpiaz & al., 2016; Racil et al., 2016; Skutnik et al., 2016; Wood et al., 2016).

O HIIT, caracterizado por períodos relativamente curtos de exercício muito intenso, intercalados com períodos de pausa ou exercício de baixa intensidade (Gillen & Gibala, 2014), é prático para muitos indivíduos tendo em conta o (reduzido) tempo necessário comparando com treino contínuo.

No entanto, a diferença entre géneros no impacto e performance durante exercícios intervalados de alta intensidade prolongados ainda não está bem documentada (Laurent et al., 2014).

Em grande parte da literatura, a implementação do treino HIIT é feita maioritariamente em ergómetros (Dalpiaz & al., 2016; Elmer et al., 2016; Gui, 2016; Liou et al., 2016; Skutnik et al., 2016; Wood et al., 2016) ou em pistas de corrida (Iacono et al., 2015; Iai et al., 2015; Racil et al., 2016), sendo escassos os estudos que utilizam exercícios holísticos com padrões de movimento funcionais como agachar, empurrar, puxar, saltar, etc (Buckley et al., 2015; Di Blasio et al., 2016; McRae et al., 2012; Paoli et al., 2012). Os exercícios que envolvem padrões de movimento funcionais apresentam-se como uma nova variação de HIIT que procura introduzir exercícios resistidos e poliarticulares, no entanto, esta nova abordagem ainda carece de alguma investigação (Di Blasio et al., 2016). Além deste aspeto, é importante conhecer as respostas específicas deste tipo de treino, sob a perspetiva de género e com recurso a padrões de movimento funcionais, pois permitirá uma prescrição ajustada, que proporcionará uma sobrecarga adequada, que maximiza os resultados (cardiometabólicos, antropométricos, etc) e minimiza a predisposição para a lesão.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do treino HIIT, prescrito em função de um teste de esforço progressivo maximal e utilizando movimentos suportando apenas o peso do corpo, na composição corporal, frequência cardíaca de repouso, pressão

arterial, condição cardiorrespiratória (volume de oxigénio máximo: $VO_{2\text{máx}}$) e intensidade volitiva em praticantes adultos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo, longitudinal e quantitativo, procurou determinar os efeitos da intervenção de exercício, HIIT, em praticantes deste tipo de treino em contexto recreacional. Cada participante comprometeu-se a realizar uma avaliação pré e pós intervenção (avaliação antropométrica, estratificação da composição corporal e avaliação VO_{2max}) e um programa de HIIT composto por 12 treinos. Os indivíduos foram instruídos a empregar a máxima intensidade respeitando ao máximos os intervalos de exercício e de repouso.

A avaliação pré e pós-intervenção dos participantes foram levadas a cabo na semana imediatamente antes do início da intervenção e na semana após o fim da intervenção. Todas as medições foram realizadas na mesma ordem, pelo mesmo técnico de exercício físico e de acordo com os protocolos adotados.

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Beja. Adicionalmente, os participantes foram exaustivamente informados sobre os procedimentos e potenciais riscos, e assinaram um consentimento por escrito para fazerem parte do estudo.

Os critérios de inclusão para a participação no estudo foram: estratificação de risco baixa – *PAR-Q* e *AHA/ACSM Health/Fitness Facility Preparticipation Screening Questionnaire* (Pescatello et al., 2014) e assiduidade mínima de 85% das sessões de treino (>9 treinos).

Os participantes foram instruídos para que mantivessem as suas atividades diárias e dietas habituais. Foram advertidos ainda para que a prática de exercício físico fosse apenas a da intervenção.

Amostra

Um total de 937 adultos, participantes em programas de HIIT, em contexto recreacional, foram contactados por correio eletrónico. Cinquenta e um adultos fisicamente ativos (>2horas /semana) potencialmente elegíveis, responderam e deram o seu consentimento escrito, depois de receberem informações detalhadas sobre o objetivo e procedimentos do estudo. Procedeu-se à estratificação do risco, após o preenchimento dos questionários *PAR-Q*, *Avaliação e Estratificação do Risco*

(Pescatello et al., 2014) e *Sintomas Sugestivos de Doença Cardiovascular e/ou Pulmonar* (Pescatello et al., 2014), de modo a excluir aqueles que, com condicionantes de saúde, pudessem afetar a sua resposta ao protocolo em estudo, ou comprometer a sua saúde. Um total de 28 adultos não foram incluídos no estudo. Após o primeiro dia de avaliações, por motivos de saúde, um dos participantes recusou-se continuar a participar no estudo. Por conseguinte, uma amostra final de 22 adultos iniciou o estudo que decorreu entre os meses de Janeiro e Março de 2016. Dois participantes foram excluídos no decorrer da intervenção, um por motivos de saúde e outro por não cumprir critério de assiduidade ($\geq 80\%$). Concluíram o programa um total de 20 participantes e só os dados associados a estes indivíduos foram incluídos da análise final. Os participantes foram instruídos para que mantivessem as suas atividades diárias e dietas habituais. Foram advertidos ainda para que a prática de exercício físico fosse apenas a da intervenção. O fluxograma de participantes é apresentado na figura 1.

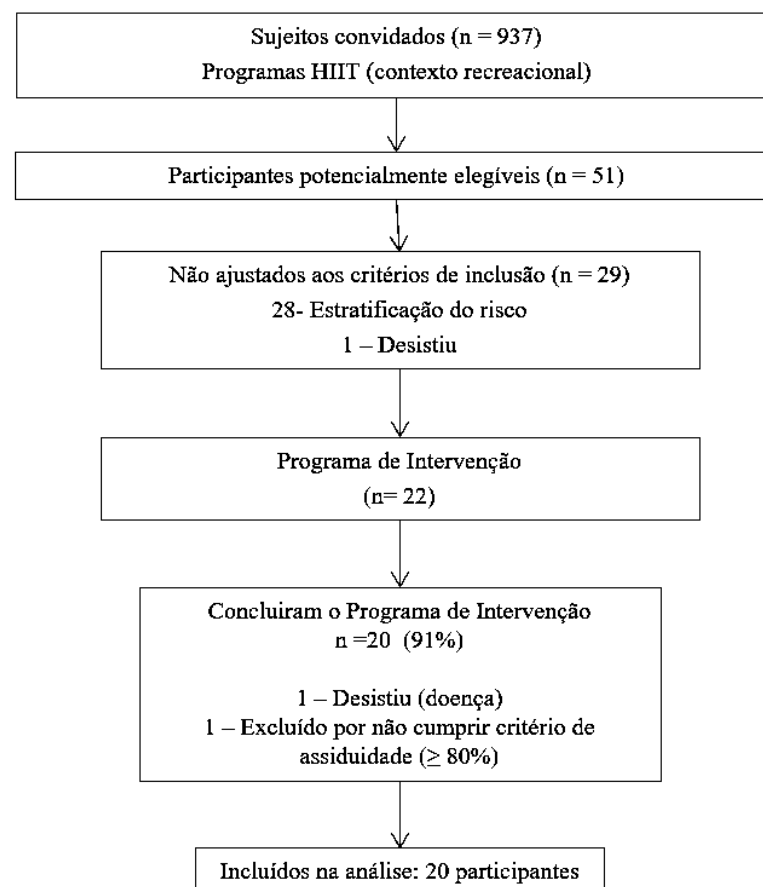


Figura 1: Fluxograma de participantes no estudo

A investigação dividiu-se em três momentos ao longo de dois meses. Nas duas primeiras semanas e nas duas últimas, foram realizadas, no Laboratório de Apoio à Atividade Física e Saúde do Instituto Politécnico de Beja, as avaliações pré e pós intervenção. As quatro semanas de intervenção (Programa HIIT) decorreram nas instalações da Associação FITSalvador, em Beja.

Relativamente à assiduidade, 75% dos participantes (n=15) cumpriram a totalidade do programa HIIT (12 sessões). A percentagem de atrasos, faltas ou abandono (por indisposição) da sessão de treino foi baixa; 16,7% (2 faltas/ 2 abandonos) faltas (n=2) e abandono (n=2) e 8,3% atraso (n=1). As características gerais dos participantes são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Características da amostra, em função do género (n=20).

	Feminino (n = 11)		Masculino (n = 9)	
	PRE	POS	PRE	POS
Idade (anos)	35,4±8,3		36,6 ± 8,0	
Altura (m)	1,62 ± 0,06	-	1,76 ± 0,05	-
Massa Corporal (kg)	62,9 ± 8,3	62,6 ± 7,7	81,7 ± 9,4	81,0 ± 9,6
Massa Gorda (%)	30,1 ± 4,8	30,0 ± 4,6	20,4 ± 4,4	20,6 ± 4,2
IMC (Kg/m²)	23,9± 2,5	23,8± 2,3	26,4± 2,1	26,2 ± 2,1
FC de repouso (bpm.min⁻¹)				
PAS (mmHg)	123,7 ± 8,5	124,4± 9,7	131,6± 13,8	127,5± 12,9
PAD (mmHg)	74,4 ± 9,7	74,3 ± 5,9	73,6 ± 14,1	73,4 ± 12,0
VO_{2max} absoluto (ml.min⁻¹)	2331,1 ± 303,0	2481,1 ± 265,9	3841,3 ± 515,1	3712,0 ± 2,5
VO_{2max} (ml.kg.min⁻¹)	37,5 ± 5,9	40,0 ± 5,4	47,5 ± 7,8	46,0 ± 5,6

Dados expressos em média (DP); pré e pós intervenção

Materiais e Procedimentos

A investigação teve a duração de dois meses, estruturada três momentos ao longo de dois meses: avaliação pré-intervenção (nas duas primeiras semanas) intervenção (4 semanas seguintes) e avaliação pós – intervenção (duas últimas semanas).

Protocolo de treino - Programa HIIT

Todos os participantes estavam familiarizados e acostumados a protocolos de treino HIIT.

O programa de HIIT foi desenhado para quatro semanas, com uma frequência de três dias por semana, em dias não consecutivos, num total de 12 treinos, usando um modelo de treinos semelhante ao calisténico ou treino em circuito. Cada treino foi supervisionado por um técnico de exercício físico e teve a duração de 31 minutos (5 minutos de aquecimento, seguido de 24 minutos de exercícios com suporte do peso do corpo e terminando com dois minutos de exercícios de alongamento).

A fase de aquecimento foi composta por três séries de dois exercícios (*Jumping Jack* e *Mountain Climber*), intercaladas por 45 segundos de pausa. Os dois exercícios de cada série eram executados durante 30 segundos, intercalados com 15 segundos de pausa entre cada exercício (figura 2). Após a última pausa do aquecimento, e antes do início da fase fundamental, realiza-se uma pausa de 45 segundos.



Figura 2: Fase Inicial do programa HIIT, com recurso a exercícios com o peso do corpo.

A fase fundamental integrou quatro séries de sete exercícios, intercaladas por 45 segundos de pausa. Os sete exercícios de cada série foram executados à intensidade máxima percebida durante 30 segundos, com pausas de 15 segundos entre cada exercício (figura 3). Os exercícios utilizados (*squat jump*, *push-up*, *jumping lunge*, *spiderman plank*, *burpee*, *superman plank*, *skipping*) foram escolhidos pela não necessidade de utilização de material adicional, e por solicitarem a maioria dos grandes grupos musculares. A sequência pretendeu a alternância dos principais

grupos musculares solicitados, minimizando a fadiga muscular localizada. Os indivíduos foram encorajados a executarem o maior número de repetições por intervalo, bem como a respeitarem os tempos *ON/OFF*, de modo a que cada intervalo *ON* correspondesse a um valor igual ou superior a 90% da $FCVO_{2\text{máx}}$ (Bonsu & Terblanche, 2016; Hanssen et al., 2015; Helgerud et al., 2007). A fase final é composta por movimentos de alongamento. Os indivíduos foram instruídos para empregar a máxima intensidade respeitando ao máximos os intervalos de exercício e de repouso.

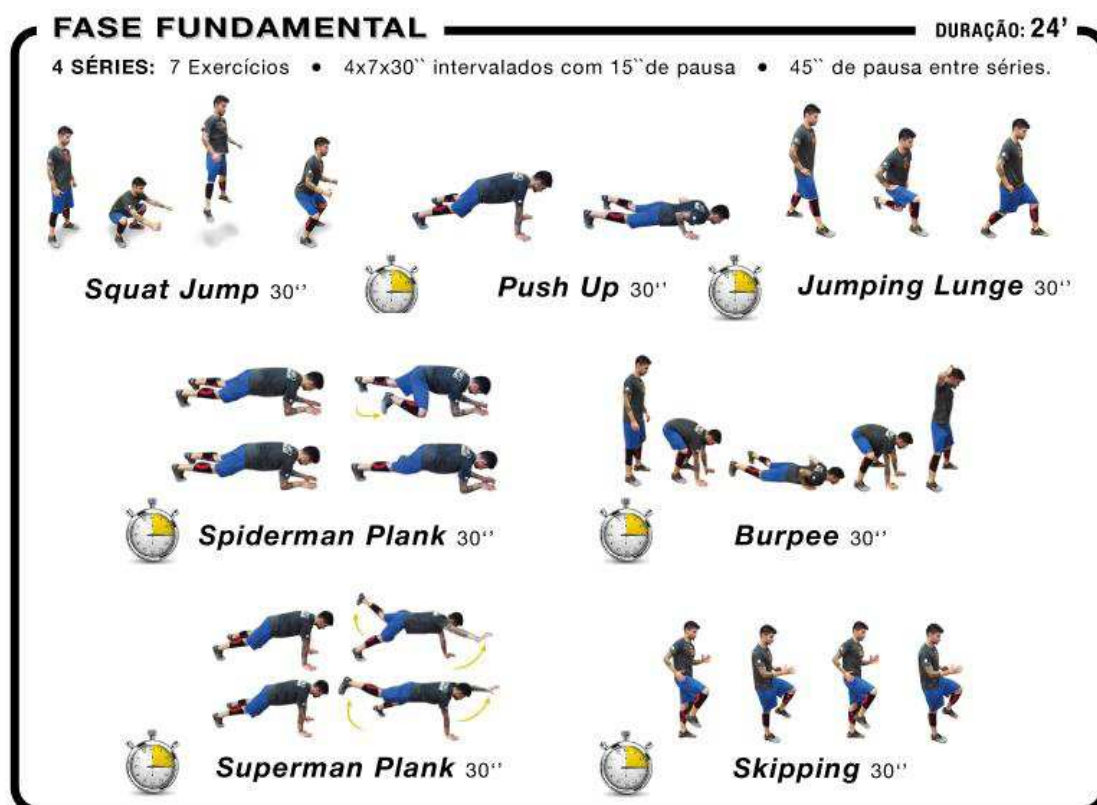


Figura 3: Fase fundamental do programa HIIT, com recurso a exercícios com o peso do corpo.

A variabilidade da frequência cardíaca foi monitorizada durante toda a sessão (aquecimento, protocolo e 2' de alongamento), cujo sinal foi transmitido e visualizado em tempo real através de tecnologia *Bluetooth*, utilizando bandas de peito modelo *Polar H7*, e um *iPad Mini 2* executando a aplicação *Polar Team 2* version 1.0.5 (Polar Team Sport System®, Polar Electro Oy, Finland).

Avaliação Pré e Pós Intervenção

A avaliação pré e pós-intervenção foram realizadas nas duas semanas imediatamente antes e após a implementação do programa de exercício. Todos os testes foram realizados em ambiente de laboratório, na mesma ordem, pelo mesmo técnico e de acordo com os protocolos adotados.

Variáveis Antropométricas

No sentido de estudar os aspetos da morfologia dos participantes foram selecionados variáveis antropométricas simples: massa corporal (quilogramas – Kg), estatura total (centímetros – cm), composição corporal (percentagem de massa gorda - %MG) e variáveis antropométricas compostas: Índice de Massa Corporal (IMC), calculada através da divisão da massa corporal (kg) pelo quadrado do valor da estatura (m). O IMC (kg/m^2) foi estabelecido pela Organização Mundial de Saúde como indicador padrão para a identificação de pessoas com excesso de peso e obesidade (Dobbelsteyn, Joffres, MacLean, & Flowerdew, 2001).

Para a aferição da estatura recorreu-se a um estadiómetro de parede (Leicester Height measure, Tanita, Tokyo, Japan). A massa corporal e percentagem de massa gorda foi avaliadas através de uma balança de bioimpedância elétrica calibrada (SC-0330, Tanita, Tokyo, Japan).

Frequência Cardíaca de Repouso

Determinada através de um cardiofrequencímetro Polar S810, com precisão de medição da frequência cardíaca de $\pm 1\%$ ou ± 1 batimento por minuto (bpm.min¹). Procedeu-se ao registo ao fim de 5 minutos, sendo lido no relógio recetor.

Pressão Arterial

Os participantes foram instruídos a estarem sentados numa cadeira com encosto, pés no chão e braços apoiados ao nível do coração, durante cinco minutos. A pressão arterial foi medida através de um esfigmomanómetro digital (OMRON M6, OMRON Healthcare co, Ltd).

Aptidão Cardiorrespiratória

Para determinar o $VO_{2\text{máx}}$ e Frequência Cardíaca (FC) correspondente ao $VO_{2\text{máx}}$ ($FCVO_{2\text{máx}}$), os participantes realizaram um teste de intensidade progressiva numa passadeira elétrica (h/p/cosmos, Mercury) até à exaustão.

Antes do teste maximal, todos os participantes realizaram uma adaptação à passadeira através de caminhada ou corrida a diferentes velocidades, até que o participante e o investigador considerassem que avaliado estava confortável e em segurança. O Teste de Bruce (Bruce et al., 1949) é um protocolo contínuo e gradual, onde a velocidade e inclinação da passadeira aumentam a cada estágio de três minutos. Durante o primeiro estágio os participantes caminham a uma velocidade de 2.74km/h e inclinação de 10%, e no segundo estágio a velocidade aumenta para 4.04km/h e 12% de inclinação. O aumento da velocidade e inclinação repetiu-se a cada três minutos até os participantes atingirem a exaustão volitiva. Depois da calibração, os gases expirados foram recolhidos e medidos continuamente durante o teste através de calorimetria indireta (MedGraphics VO200, St. Paul, USA). A frequência cardíaca foi medida continuamente através de Bluetooth (Polar Team Sport System®, Polar Electro Oy, Finland). Durante o teste, os participantes foram encorajados verbalmente para continuarem até exaustão volitiva. Quando já não fosse possível continuar o teste, foram instruídos para colocar as mãos nas barras laterais da passadeira, dando-se por terminado o teste. Para que o teste pudesse ser incluído na análise estatística, cada participante teria que cumprir os dois critérios seguintes: atingir 85% da $FC_{\text{máx}}$ teórica e $RER > 1.09$ (Guazzi et al., 2012).

Análise estatística

Os resultados foram analisados através do software SPSS versão 24.0 (Chicago, IL, USA). Foi realizada uma análise descritiva, expressa em média \pm desvio padrão, e uma análise inferencial. Devido à dimensão da amostra ($n = 20$), a normalidade da amostra foi verificada através do teste *Shapiro-Wilk*. Uma vez assumida a normalidade foram realizados testes paramétricos (*Teste-T*). Caso contrário os testes não-paramétrico utilizados foram o *Wilcoxon* e Coeficiente de Pearson.

RESULTADOS

FC repouso e Pressão Arterial

A frequência cardíaca em repouso reduziu em média 3.6 ± 10.3 bpm, sem expressão estatística ($p = .149$).

A PAS reduziu em média $2.05\text{mmHg} \pm 7.98$ mmHg sem expressão estatística, onde apenas os homens contribuíram para essa descida ($-5.75\text{mmHg} \pm 7.92$ mmHg; $p = .079$), aproximando-se da significância. A PAD não sofreu alterações relevantes.

Massa Corporal, IMC e % MG

O efeito do programa nas variáveis antropométricas é apresentada na tabela 2.

Tabela 2. Variáveis antropométricas, pré e pós intervenção.

	Pré	Pós	<i>p</i>
Massa Corporal (kg)	71.4 ± 12.8	70.9 ± 12.6	.084
Massa Gorda (%)	25.7 ± 6.7	25.8 ± 6.5	.843
IMC (Kg/m²)	25.0 ± 2.6	24.9 ± 2.5	.102

Dados expressos em média (DP); pré e pós intervenção; *Significativo para $p \leq 0,05$

A redução média da massa corporal foi de 0.485 ± 1.19 kg aproximando-se da significância ($p = .084$). Uma análise por género (figura 4) revela que o género masculino obteve uma diminuição (-0.70 kg $\pm 0,89$ kg) estatisticamente significativa ($p = .046$).

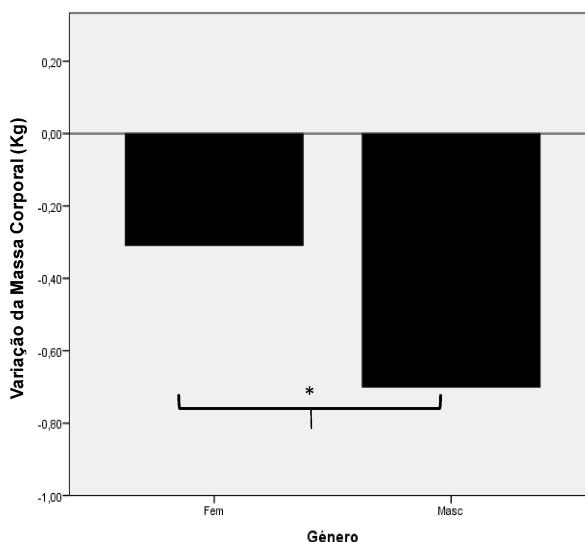


Figura 4. Variação da massa corporal em função do género ($p < 0.05$)

Relativamente à percentagem de massa gorda não se registaram diferenças ($0.045\% \pm 1.004\%$; $p = .843$).

Intensidade de treino

A monitorização do treino permitiu quantificar o tempo em que os indivíduos permaneciam na zona de alta intensidade ($\geq 90\% \text{ FCVO}_{2\text{max}}$), que neste protocolo perfazia uma média de 14 minutos (840 segundos). Mais de metade dos participantes não conseguiu cumprir o protocolo de treino relativamente à zona definida como de alta intensidade ($\geq 90\% \text{ FCVO}_{2\text{máx}}$), figura 5.

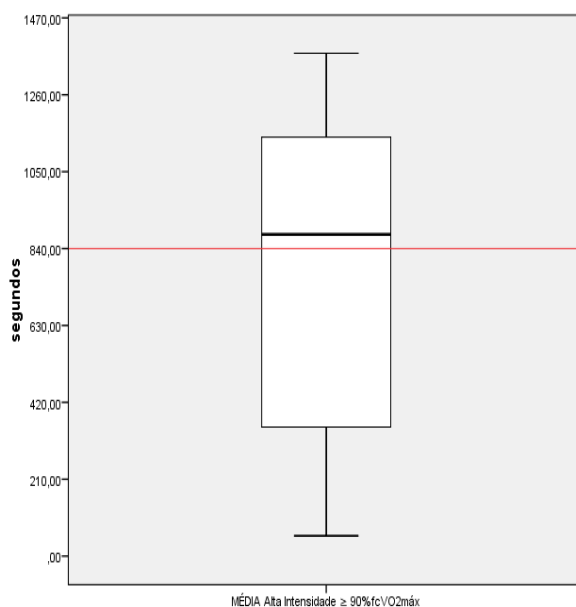


Figura 5. Tempo médio na zona de alta intensidade (* $p = 0.017$)

A maioria dos participantes que cumprem o protocolo são do género feminino (figura 6), com diferenças estatisticamente significativas entre géneros no tempo de permanência na zona de alta intensidade ($F: 961.3 \pm 387.9$; $M: 489.7 \pm 400.3$) ($p = .017$).

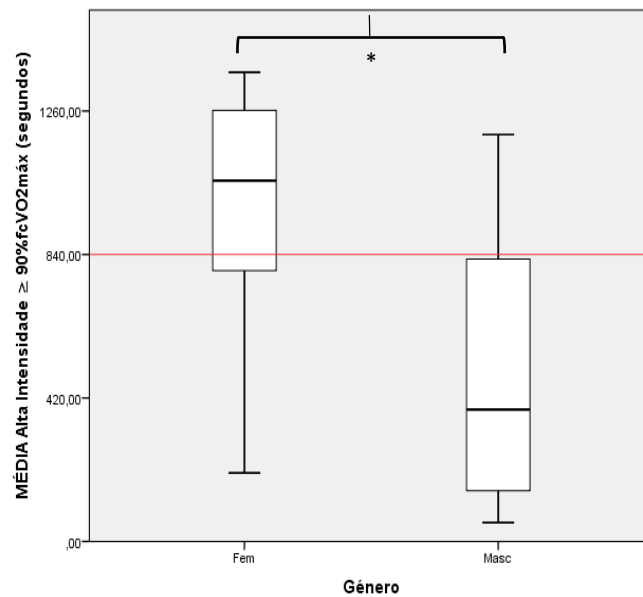


Figura 6. Tempo médio na zona de alta intensidade, por gêneros (* $p = 0.017$).

As diferenças encontradas anteriormente são corroboradas pela $FC_{méd}$ (figura 7), onde as mulheres se exercitaram em média a $87.6 \pm 2.7 \%FCVO_{2máx}$ e os homens a $83.4 \pm 3.0 \%FCVO_{2máx}$ ($p = .004$).

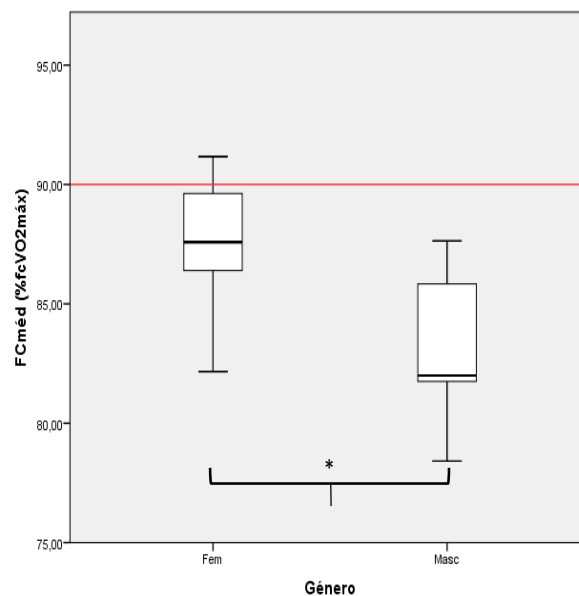


Figura 7. FC média por gênero (* $p = 0.004$).

Aptidão Cardiorrespiratória

Existe uma correlação estatisticamente significativa entre a intensidade do treino e a variação do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, onde os indivíduos com maior tempo de permanência acima de 90% $\text{FCVO}_{2\text{máx}}$ apresentam maior subida na aptidão cardiorrespiratória ($r = .478$, $p < .05$). Na comparação por géneros, existem diferenças estatisticamente significativas ($p = .002$) e verificou-se que as mulheres melhoraram a sua aptidão aeróbia de forma estatisticamente significativa (figura 8), aumentando em média $2.51 \pm 1.99 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ o seu $\text{VO}_{2\text{máx}}$ relativo, e $150.0 \pm 146.6 \text{ ml.min}^{-1}$ ($z = -2.491$ $p = .005$) $\text{VO}_{2\text{máx}}$ absoluto.

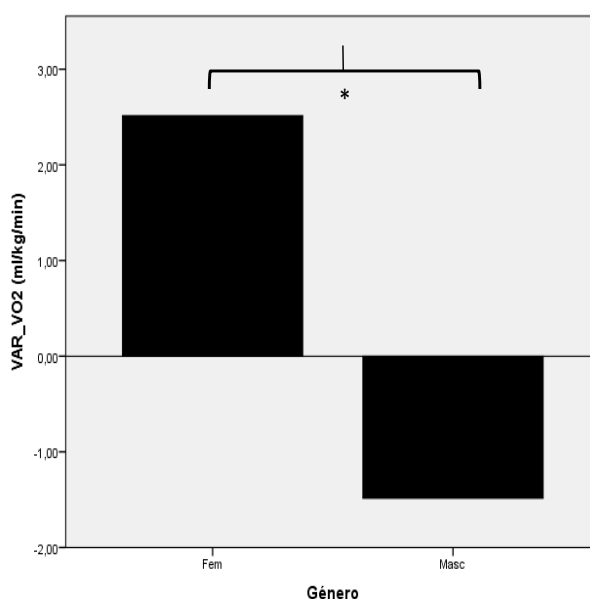


Figura 8. Variação do $\text{VO}_{2\text{máx}}$ por género

DISCUSSÃO

Em geral, o objetivo do HIIT é aumentar a sobrecarga fisiológica, psicológica e metabólica, maximizando o tempo despendido em alta intensidade.

Em ambos os géneros, observou-se uma redução do peso no final da intervenção, no entanto, neste caso apenas os homens obtiveram reduções significativas. Tendo em conta o curto tempo de intervenção, importa destacar os efeitos agudos no controlo de peso que estes protocolos têm assumido (Baekkerud et al., 2016; Fisher et al., 2015; Little et al., 2014; Robinson et al., 2015; Sim et al., 2014; Smith-Ryan et al., 2015). Paoli e colegas (2012), aplicando um protocolo HIIT com cargas externas de apenas 2 sessões em 17 homens treinados, observaram um aumento da Taxa de Metabolismo Basal ($HIRT_{22}$ 2362 ± 118 Kcal/d vs TT_{22} 1999 ± 88 Kcal/d; $p < .001$), e redução do Quociente Respiratório comparado com o Treino de Musculação tradicional (0.822 ± 0.008), traduzindo numa melhoria na oxidação de gorduras. Os sujeitos masculinos da nossa amostra, já ambientados ao estímulo de treino HIIT, poderiam beneficiar de um maior impacto se ao protocolo fossem adicionadas cargas externas.

A noção de uma diferença entre géneros durante o HIIT tem crescido na literatura. Em geral, os homens produzem mais potência absoluta e relativa, a passo que as mulheres têm demonstrado maior resistência à fadiga, e/ou melhor recuperação entre intervalos, e conseguem manter-se em intensidades de maior stress cardiovascular (Laurent et al., 2014).

Nos resultados deste estudo constatamos que as mulheres conseguiram colocar uma intensidade volitiva manifestamente superior à dos homens, como se observa pelas diferenças de tempo despendido em alta intensidade. Não apenas porque as mulheres, em média, obtiveram o dobro do tempo em alta intensidade, mas também pela $FC_{méd}$ ser significativamente mais alta do que nos homens.

Não deixa de ser sugestivo também o facto de apenas as mulheres terem aumentado significativamente a sua capacidade aeróbia, traduzindo-se num aumento significativo do $VO_{2máx}$ absoluto e relativo. McRae e colegas (2012) mostraram melhorias significativas no $VO_{2máx}$ (+8%, $p < .05$) em sete mulheres fisicamente ativas ($20.3 \pm$

1.4 anos), num protocolo de apenas quatro minutos (Tabata: 8 x 20":10") utilizando apenas exercícios com o peso do corpo, quatro vezes por semana durante quatro semanas. Buckley e os colegas (2015), num protocolo executado por 32 mulheres fisicamente ativas (24.7 ± 5.4 anos) com cargas externas com o mesmo volume mas durante seis semanas, evidenciaram melhorias na potência aeróbia (+7%), no limiar anaeróbio (+13%), potência anaeróbia (+15%) e resistência anaeróbia (18%).

Encontrámos uma correlação estatisticamente significativa entre a intensidade do treino e a variação do $VO_{2\text{máx}}$ ($r = .478$, $p < .05$). Acredita-se que um estímulo ótimo que promova adaptações cardiovasculares e periféricas, implica vários minutos por sessão na denominada *red zone*, que geralmente significa uma intensidade mínima de 90% do $VO_{2\text{máx}}$ (Buchheit & Laursen, 2013). A FC tornou-se uma das variáveis de monitorização do treino mais comuns. Ajustar a intensidade do exercício recorrendo à FC tem sido uma opção válida, principalmente em períodos de treino prolongados e submaximais. É expectável que a FC atinja valores máximos (>90-95% $FC_{\text{máx}}$) perto da velocidade/potência associada ao $VO_{2\text{máx}}$, o que nem sempre acontece, especialmente em exercícios muito curtos (<30"). Poderá estar relacionado com o conhecido atraso da resposta da FC ao início do exercício, que é mais lento do que a resposta do VO_2 (Hanssen et al., 2015; Helgerud et al., 2007).

CONCLUSÃO

Após a intervenção de quatro semanas, constatámos que o impacto do HIIT foi diferente entre os géneros. Os resultados significativos traduzem alguma polaridade quanto às duas principais variáveis: as mulheres melhoram a sua capacidade aeróbia e os homens reduziram mais peso.

A monitorização do protocolo apontou diferenças entre géneros também na intensidade volitiva, ou seja, apenas as mulheres cumpriram o protocolo quanto às intensidades previstas.

Importa ressaltar que a amostra, antes da intervenção, já era praticante assídua de treinos HIIT, o que pode limitar os impactos esperados comparando com uma intervenção a uma população sedentária. Também o facto de não terem sido utilizadas cargas externas pode justificar o facto de os homens não terem conseguido atingir intensidades elevadas, logo um menor impacto ao nível cardiovascular.

Protocolos de exercício que resultem em melhorias fisiológicas e adaptações ao nível da saúde num espaço de tempo reduzido, são do interesse da reabilitação, da saúde e dos profissionais do exercício. A metodologia HIIT mais tradicional traduz uma eficiência temporal na melhoria de diversos marcadores de saúde e da performance aeróbica/anaeróbica, mas reduzido impacto na força, potência e resistência muscular. Novos protocolos que incluam exercícios de musculação poderão significar o melhor dos dois mundos.

Na sociedade ocidental, há pouco de tempo de lazer e a motivação para a prática diária de exercício não abunda. Tendo em conta o reduzido investimento de tempo (e de material desportivo), este tipo de treino holístico, intervalado de alta intensidade, pode facilitar a aplicação de programas de treino a partir de casa, o que poderá alavancar o impacto no número de praticantes de exercício físico resultando em melhorias dos índices e marcadores de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baekkerud, F. H., Solberg, F., Leinan, I. M., Wisloff, U., Karlsen, T., & Rognmo, O. (2016). Comparison of Three Popular Exercise Modalities on V O₂max in Overweight and Obese. *Med Sci Sports Exerc*, 48(3), 491-498. doi:10.1249/mss.0000000000000777
- Bonsu, B., & Terblanche, E. (2016). The training and detraining effect of high-intensity interval training on post-exercise hypotension in young overweight/obese women. *Eur J Appl Physiol*, 116(1), 77-84. doi:10.1007/s00421-015-3224-7
- Bruce, R. A., Pearson, R., Lovejoy, F. W., Yu, P. N. G., & Brothers, G. B. (1949). VARIABILITY OF RESPIRATORY AND CIRCULATORY PERFORMANCE DURING STANDARDIZED EXERCISE. *Journal of Clinical Investigation*, 28(6 Pt 2), 1431-1438.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med*, 43(5), 313-338. doi:10.1007/s40279-013-0029-x
- Buckley, S., Knapp, K., Lackie, A., Lewry, C., Horvey, K., Benko, C., . . . Butcher, S. (2015). Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Appl Physiol Nutr Metab*, 40(11), 1157-1162. doi:10.1139/apnm-2015-0238
- Dalpiaz, M. R., & al., E. (2016). Treinamento Intervalado de Alta Intensidade: quebrando paradigmas na reabilitação cardiovascular. *RBPFEEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 10(57), 16-28.
- Di Blasio, A., Izzicupo, P., Tacconi, L., Di Santo, S., Leogrande, M., Bucci, I., . . . Napolitano, G. (2016). Acute and delayed effects of high intensity interval resistance training organization on cortisol and testosterone production. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(3), 192-199.
- Dobbelsteyn, C. J., Joffres, M. R., MacLean, D. R., & Flowerdew, G. (2001). A comparative evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index as indicators of cardiovascular risk factors. The Canadian Heart Health Surveys. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25(5), 652-661. doi:10.1038/sj.ijo.0801582

- Elmer, D. J., Laird, R. H., Barberio, M. D., & Pascoe, D. D. (2016). Inflammatory, lipid, and body composition responses to interval training or moderate aerobic training. *Eur J Appl Physiol*, 116(3), 601-609. doi:10.1007/s00421-015-3308-4
- Fisher, G., Brown, A. W., Bohan Brown, M. M., Alcorn, A., Noles, C., Winwood, L., . . . Allison, D. B. (2015). High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, 10(10), e0138853. doi:10.1371/journal.pone.0138853
- Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(3), 409-412. doi:10.1139/apnm-2013-0187
- Guazzi, M., Adams, V., Conraads, V., Halle, M., Mezzani, A., Vanhees, L., . . . Myers, J. (2012). Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *European Heart Journal*. doi:10.1093/eurheartj/ehs221
- Gui, Y. (2016). Intermittent exercises reduce the hypertension syndromes and improve the quality of life. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(1-2), 133-140.
- Hanssen, H., Nussbaumer, M., Moor, C., Cordes, M., Schindler, C., & Schmidt-Trucksass, A. (2015). Acute effects of interval versus continuous endurance training on pulse wave reflection in healthy young men. *Atherosclerosis*, 238(2), 399-406. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2014.12.038
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*, 39(4), 665-671. doi:10.1249/mss.0b013e3180304570
- Iacono, A. D., Eliakim, A., & Meckel, Y. (2015). Improving fitness of elite handball players: small-sided games vs. high-intensity intermittent training. *J Strength Cond Res*, 29(3), 835-843. doi:10.1519/jsc.0000000000000686
- Iaia, F. M., Fiorenza, M., Perri, E., Alberti, G., Millet, G. P., & Bangsbo, J. (2015). The Effect of Two Speed Endurance Training Regimes on Performance of Soccer Players. *PLoS One*, 10(9), e0138096. doi:10.1371/journal.pone.0138096

Laurent, C. M., Vervaecke, L. S., Kutz, M. R., & Green, J. M. (2014). Sex-specific responses to self-paced, high-intensity interval training with variable recovery periods. *J Strength Cond Res*, 28(4), 920-927. doi:10.1519/JSC.0b013e3182a1f574

Liou, K., Ho, S., Fildes, J., & Ooi, S. Y. (2016). High Intensity Interval versus Moderate Intensity Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease: A Meta-analysis of Physiological and Clinical Parameters. *Heart Lung Circ*, 25(2), 166-174. doi:10.1016/j.hlc.2015.06.828

Little, J. P., Jung, M. E., Wright, A. E., Wright, W., & Manders, R. J. (2014). Effects of high-intensity interval exercise versus continuous moderate-intensity exercise on postprandial glycemic control assessed by continuous glucose monitoring in obese adults. *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(7), 835-841. doi:10.1139/apnm-2013-0512

McRae, G., Payne, A., Zelt, J. G., Scribbans, T. D., Jung, M. E., Little, J. P., & Gurd, B. J. (2012). Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Appl Physiol Nutr Metab*, 37(6), 1124-1131. doi:10.1139/h2012-093

Paoli, A., Moro, T., Marcolin, G., Neri, M., Bianco, A., Palma, A., & Grimaldi, K. (2012). High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. *J Transl Med*, 10, 237. doi:10.1186/1479-5876-10-237

Pescatello, L. S., Arena, R., Riebe, D., Thompson, P. D., American College of Sports, M., Lippincott, W., & Wilkins. (2014). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.

Racil, G., Zouhal, H., Elmontassar, W., Ben Abderrahmane, A., De Sousa, M. V., Chamari, K., . . . Coquart, J. B. (2016). Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41(1), 103-109. doi:10.1139/apnm-2015-0384

Robinson, E., Durrer, C., Simtchouk, S., Jung, M. E., Bourne, J. E., Voth, E., & Little, J. P. (2015). Short-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training reduce leukocyte TLR4 in inactive adults at elevated risk of type 2 diabetes. *J Appl Physiol* (1985), 119(5), 508-516. doi:10.1152/jappphysiol.00334.2015

Sim, A. Y., Wallman, K. E., Fairchild, T. J., & Guelfi, K. J. (2014). High-intensity intermittent exercise attenuates ad-libitum energy intake. *Int J Obes (Lond)*, 38(3), 417-422. doi:10.1038/ijo.2013.102

Skutnik, B. C., Smith, J. R., Johnson, A. M., Kurti, S. P., & Harms, C. A. (2016). The Effect of Low Volume Interval Training on Resting Blood Pressure in Pre-hypertensive Subjects: A Preliminary Study. *Phys Sportsmed*, 44(2), 177-183. doi:10.1080/00913847.2016.1159501

Smith-Ryan, A. E., Melvin, M. N., & Wingfield, H. L. (2015). High-intensity interval training: Modulating interval duration in overweight/obese men. *Phys Sportsmed*, 43(2), 107-113. doi:10.1080/00913847.2015.1037231

Wood, K. M., Olive, B., LaValle, K., Thompson, H., Greer, K., & Astorino, T. A. (2016). Dissimilar Physiological and Perceptual Responses Between Sprint Interval Training and High-Intensity Interval Training. *J Strength Cond Res*, 30(1), 244-250. doi:10.1519/jsc.0000000000001042

Capítulo 6 – Discussão Geral

No presente capítulo, pretendemos fazer as conclusões globais do estudo realizado.

6.1. Limitações globais do estudo

Verificou-se uma grande heterogeneidade na literatura relativamente aos protocolos HIIT implementados. Não é apenas vasta no espectro do tipo de população, mas principalmente ao nível metodológico. Ainda que todos coincidam em intercalar grande amplitude de intensidades, a densidade do treino não é consensual. Podemos constatar uma tendência nos estudos com atletas onde a densidade é menor (<ON, >OFF), no entanto, ao nível do impacto dos diversos parâmetros fisiológicos é difícil encontrar um padrão. Ainda assim, Laurent e colegas (2014) referem que estudos sugerem um rácio óptimo *work-to-rest* de 2:1 em ambos os géneros, tendo em vista o impacto fisiológicos que se traduzam na melhoria da saúde pública.

Com a ausência de cargas externas, e optando por um protocolo holístico e poliarticular, tornou-se um desafio quantificar a intensidade do trabalho para cada indivíduo. A grande maioria dos estudo sobre o HIIT utiliza ergómetros na implementação do estudo, tornando-se relativamente simples atribuir uma percentagem concreta de potência em função do teste maximal utilizado (%W). Assim, optou-se pela estratégia do *all out bouts* que implicava realizar o maior número de repetições dos exercícios propostos e monitorizar a resposta cardíaca (% FCVO_{2máx}).

Para Biddle uma das lacunas da investigação sobre o HIIT são o número reduzido de voluntários e a curta duração das intervenções para que se possam inferir impactos significativos na saúde pública (Biddle & Batterham, 2015). Considera-se que uma das limitações deste trabalho foi o reduzido número da amostra ($n = 20$), ainda que para a literatura existente se possa considerar uma boa amostra, e a curta duração da intervenção (4 semanas, 3 treinos/semana). Nesta consulta, dos 73 artigos de intervenção dos últimos cinco anos consultados, a média das amostras rondam os 27 indivíduos, que variam desde os 8 até aos 87 voluntários. O tempo de intervenção médio são 7 semanas que variam desde apenas 1 sessão (efeitos agudos) e as 16

semanas (efeitos crónicos). Efectivamente, ainda que o ambiente entre os voluntários antes e depois de cada sessão de treino fosse animado e descontraído, não é fácil encontrar quem se disponha a colocar-se em zonas de desconforto tão elevadas como as que foram propostas ($\geq 90\%$ FCVO_{2máx}), ou as que efectivamente se verificaram com uma média de FC ao longo das 12 sessões de $85.6\% \pm 3.5\%$ FCVO_{2máx}.

Importa ressaltar que a amostra, antes da intervenção, já era praticante assídua de treinos HIIT, o que pode limitar os impactos esperados comparando com uma intervenção a uma população sedentária.

6.2. Conclusões

Em geral, o objetivo do HIIT é aumentar a sobrecarga fisiológica, psicológica e metabólica, maximizando o tempo despendido em alta intensidade.

Acredita-se que um estímulo ótimo que promova adaptações cardiovasculares e periféricas, implica vários minutos por sessão na denominada *red zone*, que geralmente significa uma intensidade mínima de 90% do VO_{2máx} (Buchheit & Laursen, 2013). Nos resultados deste estudo constatamos que as mulheres conseguiram colocar uma intensidade volitiva manifestamente superior à dos homens, como se observa pelas diferenças de tempo despendido em alta intensidade. Não apenas porque as mulheres, em média, obtiveram o dobro do tempo em alta intensidade, mas também pela FC_{méd} ser significativamente mais alta do que nos homens.

Os indivíduos com maior tempo de permanência acima de 90% FCVO_{2máx} apresentam maior subida na aptidão cardiorrespiratória ($r = .478$, $p < .05$). Não deixa de ser sugestivo também o facto de apenas as mulheres terem aumentado significativamente a sua capacidade aeróbia, traduzindo-se num aumento significativo do VO_{2máx} absoluto e relativo.

Em ambos os géneros, observou-se uma redução do peso no final da intervenção, no entanto, neste caso apenas os homens obtiveram reduções significativas. Tendo em conta o curto tempo de intervenção, importa destacar os efeitos agudos no controlo de peso que estes protocolos têm assumido.

Após a intervenção de quatro semanas, constatámos que o impacto do HIIT foi diferente entre os géneros. Os resultados significativos traduzem alguma polaridade

quanto às duas principais variáveis: as mulheres melhoram a sua capacidade aeróbia e os homens reduziram mais peso.

Protocolos de exercício que resultem em melhorias fisiológicas e adaptações ao nível da saúde num espaço de tempo reduzido, são do interesse da reabilitação, da saúde e dos profissionais do exercício. A metodologia HIIT mais tradicional traduz uma eficiência temporal na melhoria de diversos marcadores de saúde e da performance aeróbica/anaeróbica, mas reduzido impacto na força, potência e resistência muscular. Novos protocolos que incluam exercícios de musculação poderão significar o melhor dos dois mundos.

Na sociedade ocidental, há pouco de tempo de lazer e a motivação para a prática diária de exercício não abunda. Tendo em conta o reduzido investimento de tempo (e de material desportivo), este tipo de treino holístico, intervalado de alta intensidade, pode facilitar a aplicação de programas de treino a partir de casa, o que poderá alavancar o impacto no número de praticantes de exercício físico resultando em melhorias dos índices e marcadores de saúde.

6.3. Recomendações para estudos futuros

Consideramos interessante replicar este protocolo:

- 1) Utilizando um grupo de controlo;
- 2) Durante um maior período experimental e com mais voluntários, de modo a inferir impactos crónicos;
- 3) Comparando outro tipo de populações: sedentários, atletas, populações especiais, etc.;
- 4) Comparando protocolos diferentes ao nível:
 - a. Densidade: variando os rácios *work-to-rest*
 - b. Volume: variando os tempos *ON/OFF*
 - c. Utilização de cargas externas ou ergómetros: de modo a quantificar objectivamente a intensidade de trabalho (RMs, Watts, Joules, etc).

Bibliografia

- Aamot, I. L., Karlsen, T., Dalen, H., & Stoylen, A. (2016). Long-term Exercise Adherence After High-intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Study. *Physiother Res Int*, 21(1), 54-64. doi:10.1002/pri.1619
- Ahmadizad, S., Avansar, A. S., Ebrahim, K., Avandi, M., & Ghasemikaram, M. (2015). The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-1 and inflammatory markers. *Horm Mol Biol Clin Investig*, 21(3), 165-173. doi:10.1515/hmbci-2014-0038
- Alkahtani, S. A., Byrne, N. M., Hills, A. P., & King, N. A. (2014). Interval training intensity affects energy intake compensation in obese men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 24(6), 595-604. doi:10.1123/ijsnem.2013-0032
- Angadi, S. S., Mookadam, F., Lee, C. D., Tucker, W. J., Haykowsky, M. J., & Gaesser, G. A. (2015). High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *J Appl Physiol (1985)*, 119(6), 753-758. doi:10.1152/jappphysiol.00518.2014
- Arad, A. D., DiMenna, F. J., Thomas, N., Tamis-Holland, J., Weil, R., Geliebter, A., & Albu, J. B. (2015). High-intensity interval training without weight loss improves exercise but not basal or insulin-induced metabolism in overweight/obese African American women. *J Appl Physiol (1985)*, 119(4), 352-362. doi:10.1152/jappphysiol.00306.2015
- Astorino, T. A., Schubert, M. M., Palumbo, E., Stirling, D., & McMillan, D. W. (2013). Effect of two doses of interval training on maximal fat oxidation in sedentary women. *Med Sci Sports Exerc*, 45(10), 1878-1886. doi:10.1249/MSS.0b013e3182936261
- Aziz, A. R., Chia, M. Y., Low, C. Y., Slater, G. J., Png, W., & Teh, K. C. (2012). Conducting an acute intense interval exercise session during the Ramadan fasting month: what is the optimal time of the day? *Chronobiol Int*, 29(8), 1139-1150. doi:10.3109/07420528.2012.708375
- Baekkerud, F. H., Solberg, F., Leinan, I. M., Wisloff, U., Karlsen, T., & Rognmo, O. (2016). Comparison of Three Popular Exercise Modalities on V O₂max in Overweight and Obese. *Med Sci Sports Exerc*, 48(3), 491-498. doi:10.1249/mss.0000000000000777
- Bell, K. E., Seguin, C., Parise, G., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2015). Day-to-Day Changes in Muscle Protein Synthesis in Recovery From Resistance, Aerobic, and High-Intensity Interval Exercise in Older Men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 70(8), 1024-1029. doi:10.1093/gerona/glu313
- Biddle, S. J. H., & Batterham, A. M. (2015). High-intensity interval exercise training for public health: a big HIT or shall we HIT it on the head? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12(1), 95. doi:10.1186/s12966-015-0254-9
- Bonsu, B., & Terblanche, E. (2016). The training and detraining effect of high-intensity interval training on post-exercise hypotension in young overweight/obese women. *Eur J Appl Physiol*, 116(1), 77-84. doi:10.1007/s00421-015-3224-7
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., & Platanou, T. I. (2016). Concurrent Strength and Interval Endurance Training in Elite Water Polo Players. *J Strength Cond Res*, 30(1), 126-133. doi:10.1519/jsc.0000000000001091

- Bruce, R. A., Pearson, R., Lovejoy, F. W., Yu, P. N. G., & Brothers, G. B. (1949). VARIABILITY OF RESPIRATORY AND CIRCULATORY PERFORMANCE DURING STANDARDIZED EXERCISE. *Journal of Clinical Investigation*, 28(6 Pt 2), 1431-1438.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med*, 43(5), 313-338. doi:10.1007/s40279-013-0029-x
- Buckley, S., Knapp, K., Lackie, A., Lewry, C., Horvey, K., Benko, C., . . . Butcher, S. (2015). Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Appl Physiol Nutr Metab*, 40(11), 1157-1162. doi:10.1139/apnm-2015-0238
- Cardozo, G. G., Oliveira, R. B., & Farinatti, P. T. (2015). Effects of high intensity interval versus moderate continuous training on markers of ventilatory and cardiac efficiency in coronary heart disease patients. *ScientificWorldJournal*, 2015, 192479. doi:10.1155/2015/192479
- Cassidy, S., Thoma, C., Hallsworth, K., Parikh, J., Hollingsworth, K. G., Taylor, R., . . . Trenell, M. I. (2016). High intensity intermittent exercise improves cardiac structure and function and reduces liver fat in patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia*, 59(1), 56-66. doi:10.1007/s00125-015-3741-2
- Cochran, A. J., Myslik, F., MacInnis, M. J., Percival, M. E., Bishop, D., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2015). Manipulating Carbohydrate Availability Between Twice-Daily Sessions of High-Intensity Interval Training Over 2 Weeks Improves Time-Trial Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25(5), 463-470. doi:10.1123/ijsnem.2014-0263
- Dall, C. H., Gustafsson, F., Christensen, S. B., Dela, F., Langberg, H., & Prescott, E. (2015). Effect of moderate- versus high-intensity exercise on vascular function, biomarkers and quality of life in heart transplant recipients: A randomized, crossover trial. *J Heart Lung Transplant*, 34(8), 1033-1041. doi:10.1016/j.healun.2015.02.001
- Dall, C. H., Snoer, M., Christensen, S., Monk-Hansen, T., Frederiksen, M., Gustafsson, F., . . . Prescott, E. (2014). Effect of High-Intensity Training Versus Moderate Training on Peak Oxygen Uptake and Chronotropic Response in Heart Transplant Recipients: A Randomized Crossover Trial. *American Journal of Transplantation*, 14(10), 2391-2399. doi:10.1111/ajt.12873
- Dalpiaz, M. R., & al., E. (2016). Treinamento Intervalado de Alta Intensidade: quebrando paradigmas na reabilitação cardiovascular. *RBPFE - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 10(57), 16-28.
- Di Blasio, A., Izzicupo, P., Tacconi, L., Di Santo, S., Leogrande, M., Bucci, I., . . . Napolitano, G. (2016). Acute and delayed effects of high intensity interval resistance training organization on cortisol and testosterone production. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(3), 192-199.
- Dobbeltsteyn, C. J., Joffres, M. R., MacLean, D. R., & Flowerdew, G. (2001). A comparative evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index as indicators of cardiovascular risk factors. The Canadian Heart Health Surveys. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25(5), 652-661. doi:10.1038/sj.ijo.0801582
- Drigny, J., Gremeaux, V., Guiraud, T., Gayda, M., Juneau, M., & Nigam, A. (2013). Long-term high-intensity interval training associated with lifestyle modifications

- improves QT dispersion parameters in metabolic syndrome patients. *Ann Phys Rehabil Med*, 56(5), 356-370. doi:10.1016/j.rehab.2013.03.005
- Elmer, D. J., Laird, R. H., Barberio, M. D., & Pascoe, D. D. (2016). Inflammatory, lipid, and body composition responses to interval training or moderate aerobic training. *Eur J Appl Physiol*, 116(3), 601-609. doi:10.1007/s00421-015-3308-4
- Engel, F., Hartel, S., Wagner, M. O., Strahler, J., Bos, K., & Sperlich, B. (2014). Hormonal, metabolic, and cardiorespiratory responses of young and adult athletes to a single session of high-intensity cycle exercise. *Pediatr Exerc Sci*, 26(4), 485-494. doi:10.1123/pes.2013-0152
- Faude, O., Schnitzler, R., Schulte-Zurhausen, R., Muller, F., & Meyer, T. (2013). High intensity interval training vs. high-volume running training during pre-season conditioning in high-level youth football: a cross-over trial. *J Sports Sci*, 31(13), 1441-1450. doi:10.1080/02640414.2013.792953
- Fex, A., Leduc-Gaudet, J. P., Fillion, M. E., Karelis, A. D., & Aubertin-Leheudre, M. (2015). Effect of Elliptical High Intensity Interval Training on Metabolic Risk Factor in Pre- and Type 2 Diabetes Patients: A Pilot Study. *J Phys Act Health*, 12(7), 942-946. doi:10.1123/jpah.2014-0123
- Fisher, G., Brown, A. W., Bohan Brown, M. M., Alcorn, A., Noles, C., Winwood, L., . . . Allison, D. B. (2015). High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, 10(10), e0138853. doi:10.1371/journal.pone.0138853
- Fisher, G., Schwartz, D. D., Quindry, J., Barberio, M. D., Foster, E. B., Jones, K. W., & Pascoe, D. D. (2011). Lymphocyte enzymatic antioxidant responses to oxidative stress following high-intensity interval exercise. *J Appl Physiol* (1985), 110(3), 730-737. doi:10.1152/jappphysiol.00575.2010
- Gayda, M., Ribeiro, P. A., Juneau, M., & Nigam, A. (2016). Comparison of Different Forms of Exercise Training in Patients With Cardiac Disease: Where Does High-Intensity Interval Training Fit? *Can J Cardiol*, 32(4), 485-494. doi:10.1016/j.cjca.2016.01.017
- Gibala, M. J., & Jones, A. M. (2013). Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 76, 51-60. doi:10.1159/000350256
- Gillen, J. B., & Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(3), 409-412. doi:10.1139/apnm-2013-0187
- Gillen, J. B., Martin, B. J., MacInnis, M. J., Skelly, L. E., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2016). Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardiometabolic Health Similar to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. *PLoS One*, 11(4), e0154075. doi:10.1371/journal.pone.0154075
- Gojanovic, B., Shultz, R., Feihl, F., & Matheson, G. (2015). Overspeed HIIT in Lower-Body Positive Pressure Treadmill Improves Running Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 47(12), 2571-2578. doi:10.1249/mss.0000000000000707
- Granata, C., Oliveira, R. S., Little, J. P., Renner, K., & Bishop, D. J. (2016). Training intensity modulates changes in PGC-1 α and p53 protein content and mitochondrial respiration, but not markers of mitochondrial content in human skeletal muscle. *FASEB J*, 30(2), 959-970. doi:10.1096/fj.15-276907
- Greer, B. K., Sirithienthad, P., Moffatt, R. J., Marcello, R. T., & Panton, L. B. (2015). EPOC Comparison Between Isocaloric Bouts of Steady-State Aerobic,

- Intermittent Aerobic, and Resistance Training. *Res Q Exerc Sport*, 86(2), 190-195. doi:10.1080/02701367.2014.999190
- Guazzi, M., Adams, V., Conraads, V., Halle, M., Mezzani, A., Vanhees, L., . . . Myers, J. (2012). Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *European Heart Journal*. doi:10.1093/eurheartj/ehs221
- Gui, Y. (2016). Intermittent exercises reduce the hypertension syndromes and improve the quality of life. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(1-2), 133-140.
- Hallsworth, K., Thoma, C., Hollingsworth, K. G., Cassidy, S., Anstee, Q. M., Day, C. P., & Trenell, M. I. (2015). Modified high-intensity interval training reduces liver fat and improves cardiac function in non-alcoholic fatty liver disease: a randomized controlled trial. *Clin Sci (Lond)*, 129(12), 1097-1105. doi:10.1042/cs20150308
- Hanssen, H., Nussbaumer, M., Moor, C., Cordes, M., Schindler, C., & Schmidt-Trucksass, A. (2015). Acute effects of interval versus continuous endurance training on pulse wave reflection in healthy young men. *Atherosclerosis*, 238(2), 399-406. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2014.12.038
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*, 39(4), 665-671. doi:10.1249/mss.0b013e3180304570
- Higgins, T. P., Baker, M. D., Evans, S. A., Adams, R. A., & Cobbold, C. (2015). Heterogeneous responses of personalised high intensity interval training on type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disease risk in young healthy adults. *Clin Hemorheol Microcirc*, 59(4), 365-377. doi:10.3233/ch-141857
- Iacono, A. D., Eliakim, A., & Meckel, Y. (2015). Improving fitness of elite handball players: small-sided games vs. high-intensity intermittent training. *J Strength Cond Res*, 29(3), 835-843. doi:10.1519/jsc.0000000000000686
- Iaia, F. M., Fiorenza, M., Perri, E., Alberti, G., Millet, G. P., & Bangsbo, J. (2015). The Effect of Two Speed Endurance Training Regimes on Performance of Soccer Players. *PLoS One*, 10(9), e0138096. doi:10.1371/journal.pone.0138096
- Jelleyman, C., Yates, T., O'Donovan, G., Gray, L. J., King, J. A., Khunti, K., & Davies, M. J. (2015). The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev*, 16(11), 942-961. doi:10.1111/obr.12317
- Juneau, M., Hayami, D., Gayda, M., Lacroix, S., & Nigam, A. (2014). Provocative issues in heart disease prevention. *Can J Cardiol*, 30(12 Suppl), S401-409. doi:10.1016/j.cjca.2014.09.014
- Jung, M. E., Bourne, J. E., Beauchamp, M. R., Robinson, E., & Little, J. P. (2015). High-intensity interval training as an efficacious alternative to moderate-intensity continuous training for adults with prediabetes. *J Diabetes Res*, 2015, 191595. doi:10.1155/2015/191595
- Keating, S. E., Machan, E. A., O'Connor, H. T., Gerofi, J. A., Sainsbury, A., Caterson, I. D., & Johnson, N. A. (2014). Continuous exercise but not high intensity interval training improves fat distribution in overweight adults. *J Obes*, 2014, 834865. doi:10.1155/2014/834865
- Kemmler, W., Lell, M., Scharf, M., Fraunberger, L., & von Stengel, S. (2015). [High versus moderate intense running exercise - effects on cardiometabolic risk-factors in untrained males]. *Dtsch Med Wochenschr*, 140(1), e7-e13. doi:10.1055/s-0040-100423

- Keteyian, S. J., Hibner, B. A., Bronsteen, K., Kerrigan, D., Aldred, H. A., Reasons, L. M., . . . Ehrman, J. K. (2014). Greater improvement in cardiorespiratory fitness using higher-intensity interval training in the standard cardiac rehabilitation setting. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 34(2), 98-105. doi:10.1097/hcr.0000000000000049
- Laurent, C. M., Vervaecke, L. S., Kutz, M. R., & Green, J. M. (2014). Sex-specific responses to self-paced, high-intensity interval training with variable recovery periods. *J Strength Cond Res*, 28(4), 920-927. doi:10.1519/JSC.0b013e3182a1f574
- Liou, K., Ho, S., Fildes, J., & Ooi, S. Y. (2016). High Intensity Interval versus Moderate Intensity Continuous Training in Patients with Coronary Artery Disease: A Meta-analysis of Physiological and Clinical Parameters. *Heart Lung Circ*, 25(2), 166-174. doi:10.1016/j.hlc.2015.06.828
- Little, J. P., & Francois, M. E. (2014). High-intensity interval training for improving postprandial hyperglycemia. *Res Q Exerc Sport*, 85(4), 451-456. doi:10.1080/02701367.2014.963474
- Little, J. P., Jung, M. E., Wright, A. E., Wright, W., & Manders, R. J. (2014). Effects of high-intensity interval exercise versus continuous moderate-intensity exercise on postprandial glycemic control assessed by continuous glucose monitoring in obese adults. *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(7), 835-841. doi:10.1139/apnm-2013-0512
- Logan, G. R., Harris, N., Duncan, S., & Schofield, G. (2014). A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Med*, 44(8), 1071-1085. doi:10.1007/s40279-014-0187-5
- Madsen, S. M., Thorup, A. C., Overgaard, K., Bjerre, M., & Jeppesen, P. B. (2015). Functional and structural vascular adaptations following 8 weeks of low volume high intensity interval training in lower leg of type 2 diabetes patients and individuals at high risk of metabolic syndrome. *Arch Physiol Biochem*, 121(5), 178-186. doi:10.3109/13813455.2015.1087033
- Madsen, S. M., Thorup, A. C., Overgaard, K., & Jeppesen, P. B. (2015). High Intensity Interval Training Improves Glycaemic Control and Pancreatic beta Cell Function of Type 2 Diabetes Patients. *PLoS One*, 10(8), e0133286. doi:10.1371/journal.pone.0133286
- Martinez, N., Kilpatrick, M. W., Salomon, K., Jung, M. E., & Little, J. P. (2015). Affective and Enjoyment Responses to High-Intensity Interval Training in Overweight-to-Obese and Insufficiently Active Adults. *J Sport Exerc Psychol*, 37(2), 138-149. doi:10.1123/jsep.2014-0212
- Matsuo, T., So, R., Shimojo, N., & Tanaka, K. (2015). Effect of aerobic exercise training followed by a low-calorie diet on metabolic syndrome risk factors in men. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 25(9), 832-838. doi:10.1016/j.numecd.2015.05.009
- McRae, G., Payne, A., Zelt, J. G., Scribbans, T. D., Jung, M. E., Little, J. P., & Gurd, B. J. (2012). Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Appl Physiol Nutr Metab*, 37(6), 1124-1131. doi:10.1139/h2012-093
- Mendez-Villanueva, A., Edge, J., Suriano, R., Hamer, P., & Bishop, D. (2012). The recovery of repeated-sprint exercise is associated with PCr resynthesis, while muscle pH and EMG amplitude remain depressed. *PLoS One*, 7(12), e51977. doi:10.1371/journal.pone.0051977
- Miramonti, A. A., Stout, J. R., Fukuda, D. H., Robinson, E. H. t., Wang, R., La Monica, M. B., & Hoffman, J. R. (2016). Effects of 4 Weeks of High-Intensity Interval

- Training and beta-Hydroxy-beta-Methylbutyric Free Acid Supplementation on the Onset of Neuromuscular Fatigue. *J Strength Cond Res*, 30(3), 626-634. doi:10.1519/jsc.0000000000001140
- Mohr, M., Helge, E. W., Petersen, L. F., Lindenskov, A., Weihe, P., Mortensen, J., . . . Krstrup, P. (2015). Effects of soccer vs swim training on bone formation in sedentary middle-aged women. *Eur J Appl Physiol*, 115(12), 2671-2679. doi:10.1007/s00421-015-3231-8
- Naimo, M. A., de Souza, E. O., Wilson, J. M., Carpenter, A. L., Gilchrist, P., Lowery, R. P., . . . Joy, J. (2015). High-intensity interval training has positive effects on performance in ice hockey players. *Int J Sports Med*, 36(1), 61-66. doi:10.1055/s-0034-1382054
- Nytroen, K., Rustad, L. A., Erikstad, I., Aukrust, P., Ueland, T., Lekva, T., . . . Arora, S. (2013). Effect of high-intensity interval training on progression of cardiac allograft vasculopathy. *J Heart Lung Transplant*, 32(11), 1073-1080. doi:10.1016/j.healun.2013.06.023
- Paoli, A., Moro, T., Marcolin, G., Neri, M., Bianco, A., Palma, A., & Grimaldi, K. (2012). High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. *J Transl Med*, 10, 237. doi:10.1186/1479-5876-10-237
- Peake, J. M., Tan, S. J., Markworth, J. F., Broadbent, J. A., Skinner, T. L., & Cameron-Smith, D. (2014). Metabolic and hormonal responses to isoenergetic high-intensity interval exercise and continuous moderate-intensity exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 307(7), E539-552. doi:10.1152/ajpendo.00276.2014
- Percival, M. E., Martin, B. J., Gillen, J. B., Skelly, L. E., MacInnis, M. J., Green, A. E., . . . Gibala, M. J. (2015). Sodium bicarbonate ingestion augments the increase in PGC-1 α mRNA expression during recovery from intense interval exercise in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985), 119(11), 1303-1312. doi:10.1152/jappphysiol.00048.2015
- Perkins, I. C., Vine, S. A., Blacker, S. D., & Willems, M. E. (2015). New Zealand Blackcurrant Extract Improves High-Intensity Intermittent Running. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25(5), 487-493. doi:10.1123/ijsnem.2015-0020
- Pescatello, L. S., Arena, R., Riebe, D., Thompson, P. D., American College of Sports, M., Lippincott, W., & Wilkins. (2014). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Racil, G., Zouhal, H., Elmontassar, W., Ben Abderrahmane, A., De Sousa, M. V., Chamari, K., . . . Coquart, J. B. (2016). Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41(1), 103-109. doi:10.1139/apnm-2015-0384
- Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjonna, A. E., Beetham, K. S., & Coombes, J. S. (2015). The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(5), 679-692. doi:10.1007/s40279-015-0321-z
- Robinson, E., Durrer, C., Simtchouk, S., Jung, M. E., Bourne, J. E., Voth, E., & Little, J. P. (2015). Short-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training reduce leukocyte TLR4 in inactive adults at elevated risk of type 2 diabetes. *J Appl Physiol* (1985), 119(5), 508-516. doi:10.1152/jappphysiol.00334.2015
- Rustad, L. A., Nytroen, K., Amundsen, B. H., Gullestad, L., & Aakhus, S. (2014). One year of high-intensity interval training improves exercise capacity, but not left

- ventricular function in stable heart transplant recipients: a randomised controlled trial. *Eur J Prev Cardiol*, 21(2), 181-191. doi:10.1177/2047487312469477
- Sandstad, J., Stensvold, D., Hoff, M., Nes, B. M., Arbo, I., & Bye, A. (2015). The effects of high intensity interval training in women with rheumatic disease: a pilot study. *Eur J Appl Physiol*, 115(10), 2081-2089. doi:10.1007/s00421-015-3186-9
- Shaban, N., Kenno, K. A., & Milne, K. J. (2014). The effects of a 2 week modified high intensity interval training program on the homeostatic model of insulin resistance (HOMA-IR) in adults with type 2 diabetes. *J Sports Med Phys Fitness*, 54(2), 203-209.
- Sheykhloovand, M., Khalili, E., Agha-Alinejad, H., & Gharaat, M. (2016). Hormonal and Physiological Adaptations to High-Intensity Interval Training in Professional Male Canoe Polo Athletes. *J Strength Cond Res*, 30(3), 859-866. doi:10.1519/jsc.0000000000001161
- Sijie, T., Hainai, Y., Fengying, Y., & Jianxiong, W. (2012). High intensity interval exercise training in overweight young women. *J Sports Med Phys Fitness*, 52(3), 255-262.
- Sim, A. Y., Wallman, K. E., Fairchild, T. J., & Guelfi, K. J. (2014). High-intensity intermittent exercise attenuates ad-libitum energy intake. *Int J Obes (Lond)*, 38(3), 417-422. doi:10.1038/ijo.2013.102
- Sim, A. Y., Wallman, K. E., Fairchild, T. J., & Guelfi, K. J. (2015). Effects of High-Intensity Intermittent Exercise Training on Appetite Regulation. *Med Sci Sports Exerc*, 47(11), 2441-2449. doi:10.1249/mss.0000000000000687
- Skelly, L. E., Andrews, P. C., Gillen, J. B., Martin, B. J., Percival, M. E., & Gibala, M. J. (2014). High-intensity interval exercise induces 24-h energy expenditure similar to traditional endurance exercise despite reduced time commitment. *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(7), 845-848. doi:10.1139/apnm-2013-0562
- Skutnik, B. C., Smith, J. R., Johnson, A. M., Kurti, S. P., & Harms, C. A. (2016). The Effect of Low Volume Interval Training on Resting Blood Pressure in Pre-hypertensive Subjects: A Preliminary Study. *Phys Sportsmed*, 44(2), 177-183. doi:10.1080/00913847.2016.1159501
- Smith-Ryan, A. E., Melvin, M. N., & Wingfield, H. L. (2015). High-intensity interval training: Modulating interval duration in overweight/obese men. *Phys Sportsmed*, 43(2), 107-113. doi:10.1080/00913847.2015.1037231
- Stanley, J., Peake, J. M., Coombes, J. S., & Buchheit, M. (2014). Central and peripheral adjustments during high-intensity exercise following cold water immersion. *Eur J Appl Physiol*, 114(1), 147-163. doi:10.1007/s00421-013-2755-z
- Stuckey, M. I., Tordi, N., Mouro, L., Gurr, L. J., Rakobowchuk, M., Millar, P. J., . . . Kamath, M. V. (2012). Autonomic recovery following sprint interval exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 22(6), 756-763. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01320.x
- Thøgersen-Ntoumani, C., Shepherd, S. O., Ntoumanis, N., Wagenmakers, A. J., & Shaw, C. S. (2016). Intrinsic motivation in two exercise interventions: Associations with fitness and body composition. *Health Psychol*, 35(2), 195-198. doi:10.1037/hea0000260
- Thompson, W. R. (2013). Now Trending: Worldwide Survey of Fitness Trends for 2014. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 17(6), 10-20. doi:10.1249/FIT.0b013e3182a955e6

- Thompson, W. R. (2014). WORLDWIDE SURVEY OF FITNESS TRENDS FOR 2015: What's Driving the Market. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 18(6), 8-17. doi:10.1249/fit.0000000000000073
- Thompson, W. R. (2015). WORLDWIDE SURVEY OF FITNESS TRENDS FOR 2016: 10th Anniversary Edition. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 19(6), 9-18. doi:10.1249/fit.0000000000000164
- Thompson, W. R. (2016). WORLDWIDE SURVEY OF FITNESS TRENDS FOR 2017. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 20(6), 8-17. doi:10.1249/fit.0000000000000252
- Wells, C., Edwards, A., Fysh, M., & Drust, B. (2014). Effects of high-intensity running training on soccer-specific fitness in professional male players. *Appl Physiol Nutr Metab*, 39(7), 763-769. doi:10.1139/apnm-2013-0199
- Weston, K. S., Wisloff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*, 48(16), 1227-1234. doi:10.1136/bjsports-2013-092576
- Wiewelhove, T., Raeder, C., Meyer, T., Kellmann, M., Pfeiffer, M., & Ferrauti, A. (2015). Markers for Routine Assessment of Fatigue and Recovery in Male and Female Team Sport Athletes during High-Intensity Interval Training. *PLoS One*, 10(10), e0139801. doi:10.1371/journal.pone.0139801
- Williams, B. M., & Kraemer, R. R. (2015). Comparison of Cardiorespiratory and Metabolic Responses in Kettlebell High-Intensity Interval Training Versus Sprint Interval Cycling. *J Strength Cond Res*, 29(12), 3317-3325. doi:10.1519/jsc.0000000000001193
- Wood, K. M., Olive, B., LaValle, K., Thompson, H., Greer, K., & Astorino, T. A. (2016). Dissimilar Physiological and Perceptual Responses Between Sprint Interval Training and High-Intensity Interval Training. *J Strength Cond Res*, 30(1), 244-250. doi:10.1519/jsc.0000000000001042
- Wylie, L. J., Bailey, S. J., Kelly, J., Blackwell, J. R., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2016). Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol*, 116(2), 415-425. doi:10.1007/s00421-015-3296-4

ANEXO I – Formulário de submissão de voluntários e estratificação de risco

QUERO FAZER PARTE DA TESE DO ANDRÉ!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScZRbBucXN_I5m...

Editar este formulário



QUERO FAZER PARTE DA TESE DO ANDRÉ!

**Obrigatório*

Nome completo *

Telemóvel *

Email *

GÉNERO *

☐ Feminino

☐ Masculino

Data de nascimento *

Mês	Dia	2016	
-----	-----	------	--

Altura em centímetros *

valor aproximado (ex: 1 metro e 60 centímetros = 160)

Peso em kg *

valor aproximado

Tempo de prática de exercício *

se pratica há mais de 3 meses indique há quanto tempo

- ☐ Nunca pratiquei treino de alta intensidade
- ☐ Pratico há menos de 3 meses
- ☐ Outra:

Disponibilidade *

Descrevam, tanto quanto possível, qual a mancha horária em que se poderiam comprometer de forma padrozinada tendo em conta que serão 2 a 3 treinos por semana

TESTE: PAR – Q : Physical Activity Readiness Questionnaire *

Assinalar quando ser verificar

- ☐ 1- O seu médico alguma vez lhe disse que possuía problemas cardíacos e que só poderia praticar actividade física sob supervisão médica?
- ☐ 2- Sente dor no peito durante a actividade física?
- ☐ 3- No último mês sentiu alguma dor no peito enquanto não praticava actividade física?
- ☐ 4- Já perdeu a consciência em alguma ocasião ou sofreu alguma queda em virtude de tontura?
- ☐ 5- Tem algum problema ósseo ou articular (por exemplo: costas, joelho, anca) que poderia agravar-se com a prática de actividade física?
- ☐ 6- O seu médico já lhe prescreveu medicamento para pressão arterial ou para o coração?
- ☐ 7- Conhece, por informação médica ou pela própria experiência, algum motivo pelo qual não deve participar em actividades físicas sem supervisão médica?
- ☐ Não se aplica nenhuma das anteriores condições

Avaliação da Saúde e Estratificação do Risco (ACSM, 2014) *

Assinalar quando ser verificar

- ☐ Enfarte do miocárdio, revascularização coronária ou morte súbita, antes dos 55 anos do pai ou outro familiar do sexo masculino em 1º grau, ou antes dos 65 anos da mãe ou outro familiar do sexo feminino em 1º grau.
- ☐ Homens ≥ 45 ; Mulheres ≥ 55
- ☐ Fumador; deixaram de fumar há menos de 6 meses ou exposto a ambientes de fumo
- ☐ Pressão Arterial Sistólica ≥ 140 mmHg ou Pressão Arterial Diastólica ≥ 90 mmHg
- ☐ Colesterol Total ≥ 200 mg.dl-1, ou LDL ≥ 130 mg.dl-1 ou HDL < 40 mg.dl-1
- ☐ Glicose Em jejum ≥ 100 mg.dl-1
- ☐ IMC > 30 kg/m², PC > 102 cm para os homens e > 88 cm para as mulheres; Índice Cintura/Anca $\geq 0,95$ para os homens e $\geq 0,86$ para mulheres
- ☐ Não participam num programa de Act. Física regular, não acumulam 30' ou mais de AF

moderada, 3x semana

☐ Colesterol HDL > 60 mg.dl-1

☐ Nenhuma das anteriores

☐ Outra:

Sintomas sugestivos de doença cardiovascular e/ou pulmonar (ACSM, 2014) *

Assinalar quando ser verificar

☐ 1. Dor ou desconforto no peito, pescoço, maxilar inferior, braços, ou outras áreas que possam ser de natureza isquêmica.

☐ 2. Insuficiência respiratória inabitual.

☐ 3. Tonturas ou desmaios

☐ 4. Dificuldades em respirar na posição ortostática (ortopneia) ou problemas respiratórios repentinos durante a noite (dispneia noturna).

☐ 5. Edema dos membros inferiores

☐ 6. Palpitações ou taquicardia.

☐ 7. Claudicação intermitente (caimbras)

☐ 8. Sopro cardíaco conhecido

☐ 9. Fadiga ou polipneia (respiração ofegante) com actividades usuais

☐ Nenhuma das anteriores

Enviar

Nunca envie palavras-passe através dos Formulários do Google.

Com tecnologia

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Utilização](#) - [Termos adicionais](#)

ANEXO II – Consentimento Informado

CONSENTIMENTO PARA PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO

Nome: _____

O presente trabalho é parte fundamental da dissertação de Mestrado em Atividade Física e Saúde Escolar, a apresentar à Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Beja, para a obtenção do grau de mestre, e tem como objetivo estudar a Efeito do Treino Intervalado de Alta Intensidade Calisténico (HIIT) em variáveis Antropométricas, cardiorrespiratórias e hemodinâmicas numa população não sedentária em Beja.

Na investigação que irá decorrer estão incluídas: Medições antropométricas, análises sanguíneas, avaliação do VO2 e protocolos HIIT.

Será instruído(a) para avisar o responsável pela administração dos testes e pelas aplicações dos protocolos caso sinta algum desconforto ou sintomas não usuais, como dores no peito, tonturas, taquicardia, perdas de equilíbrio ou náuseas, entre outros.

A sua participação é inteiramente voluntária e poderá cessar quando o desejar. Todos os dados recolhidos serão mantidos confidenciais, sendo utilizados unicamente para fins de investigação. Poderá ser facultado aos participantes que desejarem os seus resultados.

Tomei conhecimento e pretendo participar.

_____, ____/____/____ Assinatura: _____

ANEXO III – Ficha de Avaliação

FICHA AVALIAÇÃO

NOME:				
DATA 1ª AVAL. VO2:		HORA:		
DATA 1ª AVAL. ANTROP.:		HORA:		
DATA 2ª AVAL. VO2:		HORA:		
DATA 2ª AVAL. ANTROP.:		HORA:		
DATA NASCIMENTO:				
IDADE:				
	1º AVALIAÇÃO		2ª AVALIAÇÃO	
ALTURA				
Reactância (Rz)				
Resistência total (Xc)				
PESO				
%MG				
%MG				
TENSÃO ARTERIAL SISTÓLICA				
TENSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA				
FC REP				
Prega Tricipital				
Prega Supraílica (S) Prega Subescapular (H)				
Prega Abdominal (S) Prega Peitoral (H)				
Perímetro ABDOMINAL				
Perímetro CINTURA				
Perímetro ANCA				
Perímetro COXA				
Perímetro PESCOÇO				
VO2max				

ANEXO IV – Registos do treino

MONITORIZAÇÃO DO TREINO

DATA:		TREINO:									
		BORG 0-20									
	NOME	WARM-UP	SUPER-SET 1	SUPER-SET 2	SUPER-SET 3	SUPER-SET 4	OVERALL	FCmédia	FCmáx	Kcal	
Observador 1											
Observador 2											
Observador 3											
Observador 4											

ANEXO V – Outputs do treino

